

ASPECTOS GENERALES DE SEGURIDAD

I.-OBJETIVOS

-Identificar las precauciones que deberá tener un alumno en su trabajo en el laboratorio o en su sitio de trabajo.

II.-MARCO TEORICO

Cuando se trabaja en el laboratorio eléctrico o cuando se utiliza equipo eléctrico, observar las debidas precauciones de seguridad es tan importante como hacer mediciones exactas. Existe un riesgo letal y potencial en el ambiente del laboratorio eléctrico y una falla en los procedimientos de seguridad, puede hacerlo a usted o a su compañero de trabajo víctima de un serio accidente. La mejor forma de evitar accidentes es reconocer sus causas y ceñirse estrictamente a los procedimientos de seguridad establecidos. Una plena conciencia de los peligros y las posibles consecuencias de los accidentes, ayuda a desarrollar una propia motivación para seguir tales procedimientos.

El riesgo más común y serio en el laboratorio de electricidad es el choque o sacudida eléctrica. Otros riesgos incluyen químicos peligrosos, maquinaria en movimiento y dispositivos de soldadura.

1.-ACCIDENTES DE ORIGEN ELECTRICO

Los accidentes de origen eléctrico pueden provocar daños sobre las personas (lesiones, e incluso muertes) y sobre los bienes (equipos dañados, riesgo de incendio y explosiones). Sin embargo, la mayoría de los accidentes tienen su origen en una falla humana (por negligencia o ignorancia). Esto implica que podrán evitarse si las personas involucradas conocieran y llevaran a la práctica ciertas normas básicas de seguridad.

Clasificación de los accidentes eléctricos

- a) accidentes domésticos (de baja tensión).
- b) accidentes de trabajo al margen de los sistemas de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica (baja y media tensión).
- c) accidentes de trabajo en los sistemas de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica (baja, media y alta tensión).
- d) accidentes atmosféricos por caídas de rayos.

2.-CHOQUE ELÉCTRICO:

Cuando la corriente eléctrica pasa a través del cuerpo humano produce el efecto llamado sacudida o choque eléctrico. el choque puede ocurrir debido a un pobre diseño del aislamiento del equipo, fallas eléctricas, errores humanos o una combinación de equipo, fallas eléctricas, errores humanos o una combinación de infortunadas circunstancias. El aspecto letal del choque eléctrico es un función de la cantidad de corriente que atraviesa el cuerpo humano, la cual depende del voltaje aplicado y de las condiciones de conducción a saber: resistencia eléctrica de las condiciones de conducción a saber: resistencia eléctrica de la persona, grado de humedad en su contacto con el piso, etc.; con persona, grado de humedad en su contacto con el piso, etc.; con base en lo cual se concluye que un choque de 100V puede

resultar tan peligroso como uno de 1000V.

La severidad de un choque eléctrico varía de acuerdo con la edad, sexo y condiciones físicas de la víctima; pero en general, el nivel de corriente mortal en cualquier ser humano es muy pequeño. Por esta razón, siempre deben ejercerse cuidados extremos para prevenir que ocurra el choque eléctrico.

3.-QUÉ ES EL RIESGO DE ELECTROCUCIÓN

El *riesgo de electrocución* para las personas se puede definir como la "posibilidad de circulación de una corriente eléctrica a través del cuerpo humano". Así, se pueden considerar los siguientes aspectos:

- Para que exista posibilidad de circulación de corriente eléctrica es necesario:
 - Que exista un circuito eléctrico formado por elementos conductores
 - Que el circuito esté cerrado o pueda cerrarse
 - Que en el circuito exista una diferencia de potencial mayor que cero
 - Para que exista posibilidad de circulación de corriente por el cuerpo humano es necesario:
 - ◆ Que el cuerpo humano sea conductor. El cuerpo humano, si no está aislado, es conductor debido a los líquidos que contiene (sangre, linfa, etc.)
 - ◆ Que el cuerpo humano forme parte del circuito
 - ◆ Que exista entre los puntos de "entrada" y "salida" del cuerpo humano una diferencia de potencial mayor que cero

Cuando estos requisitos se cumplan, se podrá afirmar que existe o puede existir riesgo de electrocución.

4. TIPOS DE ACCIDENTES ELÉCTRICOS

Los accidentes eléctricos se clasifican en:

- ◆ Directos: Provocados por la corriente derivada de su trayectoria normal al circular por el cuerpo, es decir, es el choque eléctrico y sus consecuencias inmediatas. Puede producir las siguientes alteraciones funcionales:
 - ◇ Fibrilación ventricular- paro cardíaco.
 - ◇ Asfixia- paro respiratorio.
 - ◇ Tetanización muscular.
- ◆ Indirectos: No son provocados por la propia corriente, sino que son debidos a:
 - Afectados por golpes contra objetos, caídas, etc., ocasionados tras el contacto con la corriente, que si bien por sí mismo a veces no pasa de ocasionar un susto o una sensación desagradable, sin embargo sí puede producir una pérdida de equilibrio con la consiguiente caída al mismo nivel o a distinto nivel y el peligro de lesiones, fracturas o golpes con objetos móviles o inmóviles que pueden incluso llegar a producir la muerte.
 - Quemaduras de la víctima debidas al arco eléctrico. La gravedad de las mismas puede abarcar la gama del primer al tercer grado y viene condicionada por los dos factores siguientes:
 - a) La superficie corporal afectada
 - b) La profundidad de las lesiones

5. FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL RIESGO DE

ELECTROCUCIÓN

Los efectos del paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano vendrán determinados por los siguientes factores:

- Valor de la intensidad que circula por el circuito de defecto: los valores de intensidad no son constantes puesto que dependen de cada persona y del tipo de corriente, por ello se definen como valores estadísticos de forma que sean válidos para un determinado porcentaje de la población normal.
- Resistencia eléctrica del cuerpo humano: además de la resistencia de contacto de la piel (entre 100 y 500 W), debemos tener en cuenta la resistencia que presentan los tejidos al paso de la corriente eléctrica, con lo que el valor medio de referencia está alrededor de los 1000 W; pero no hay que olvidar que la resistencia del cuerpo depende en gran medida del grado de humedad de la piel.
- Resistencia del circuito de defecto: es variable, dependiendo de las circunstancias de cada uno de los casos de defecto, pudiendo llegar a ser nula en caso de contacto directo.
- Voltaje o tensión: la resistencia del cuerpo humano varía según la tensión aplicada y según se encuentre en un local seco o mojado. Así el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión fija unos valores de tensión de seguridad (tanto para corriente alterna como para continua) de 24 V para locales mojados y de 50 V para locales secos a la frecuencia de 50 Hz.
- Tipo de corriente (alterna o continua): la corriente continua actúa por calentamiento, aunque puede ocasionar un efecto electrolítico en el organismo que puede generar riesgo de embolia o muerte por electrólisis de la sangre; en cuanto a la corriente alterna, la superposición de la frecuencia al ritmo nervioso y circulatorio produce una alteración que se traduce en espasmos, sacudidas y ritmo desordenado del corazón (fibrilación ventricular).
- Frecuencia: las altas frecuencias son menos peligrosas que las bajas, llegando a ser prácticamente inofensivas para valores superiores a 100000 Hz (produciendo sólo efectos de calentamiento sin ninguna influencia nerviosa), mientras que para 10000 Hz la peligrosidad es similar a la corriente continua.
- Tiempo de contacto: este factor condiciona la gravedad de las consecuencias del paso de corriente eléctrica a través del cuerpo humano junto con el valor de la intensidad y el recorrido de la misma a través del individuo. Es tal la importancia del tiempo de contacto que no se puede hablar del factor intensidad sin referenciar el tiempo de contacto.

Curvas de seguridad:

- ♦ Zona 1: zona de seguridad. Independiente del tiempo de contacto.
- ♦ Zona 2: habitualmente no se detecta ningún efecto fisiopatológico en esta zona.
- ♦ Zonas 3 y 4: en ellas existe riesgo para el individuo, por tanto no son zonas de seguridad. Pueden darse efectos fisiopatológicos con mayor o menor probabilidad en

función de las variables intensidad y tiempo.

- Recorrido de la corriente a través del cuerpo: los efectos de la electricidad son menos graves cuando la corriente no pasa a través de los centros nerviosos y órganos vitales ni cerca de ellos (bulbo, cerebelo, caja torácica y corazón). En la mayoría de los accidentes eléctricos la corriente circula desde las manos a los pies. Debido a que en este camino se encuentran los pulmones y el corazón, los resultados de dichos accidentes son normalmente graves. Los dobles contactos mano derecha- pie izquierdo (o inversamente), mano- mano, mano- cabeza son particularmente peligrosos. Si el trayecto de la corriente se sitúa entre dos puntos de un mismo miembro, las consecuencias del accidente eléctrico serán menores.

6. EFECTOS FÍSICOS DEL CHOQUE ELÉCTRICO

6.1.- EFECTOS FÍSICOS INMEDIATOS

Según el tiempo de exposición y la dirección de paso de la corriente eléctrica para una misma intensidad pueden producirse lesiones graves, tales como: asfixia, fibrilación ventricular, quemaduras, lesiones secundarias a consecuencia del choque eléctrico, tales como caídas de altura, golpes, etc., cuya aparición tiene lugar dependiendo de los valores $t \cdot I_c$.

INTENSIDAD (mA)				EFECTOS SOBRE EL ORGANISMO
c.c.		c.a. (50Hz)		
HOMBRE	MUJER	HOMBRE	MUJER	
1	0.6	0.4	0.3	Ninguna sensaciÃ³n
5.2	3.5	1.1	0.7	Umbral de percepciÃ³n
76	51	16	10.5	Umbral de intensidad lÃ¡mite
90	60	23	15	Choque doloroso y grave (contracciÃ³n muscular y dificultad respiratoria)
200	170	50	35	Principio de fibrilaciÃ³n ventricular
1300	1300	1000	1000	FibrilaciÃ³n ventricular posible en choques cortos: Corta duraciÃ³n (hasta 0.03 segundos)
500	500	100	100	FibrilaciÃ³n ventricular posible en choques cortos: DuraciÃ³n 3

				segundos
--	--	--	--	----------

Tabla 1.- Efectos sobre el organismo de la intensidad.

Paro cardíaco: Se produce cuando la corriente pasa por el corazón y su efecto en el organismo se traduce en un paro circulatorio por parada cardíaca.

- **Asfixia:** Se produce cuando la corriente eléctrica atraviesa el tórax. el choque eléctrico tetaniza el diafragma torácico y como consecuencia de ello los pulmones no tienen capacidad para aceptar aire ni para expulsarlo. Este efecto se produce a partir de 25-30 mA.
- **Quemaduras:** Internas o externas por el paso de la intensidad de corriente a través del cuerpo por Efecto Joule o por la proximidad al arco eléctrico. Se producen zonas de necrosis (tejidos muertos), y las quemaduras pueden llegar a alcanzar órganos vecinos profundos, músculos, nervios e incluso a los huesos. La considerable energía disipada por efecto Joule, puede provocar la coagulación irreversible de las células de los músculos estriados e incluso la carbonización de las mismas.
- **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.
- **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, al funcionar incoordinadamente, no puede bombear sangre a los diferentes tejidos del cuerpo humano. Ello es particularmente grave en los tejidos del cerebro donde es imprescindible una oxigenación continua de los mismos por la sangre. Si el corazón fibrila el cerebro no puede mandar las acciones directoras sobre órganos vitales del cuerpo, produciéndose unas lesiones que pueden llegar a ser irreversibles, dependiendo del tiempo que está el corazón fibrilando. Si se logra la recuperación del individuo lesionado, no suelen quedar secuelas permanentes. Para lograr dicha recuperación, hay que conseguir la reanimación cardíaca y respiratoria del afectado en los primeros minutos posteriores al accidente. Se presenta con intensidades del orden de 100 mA y es reversible si el tiempo de contacto es inferior a 0.1 segundo

La fibrilación se produce cuando el choque eléctrico tiene una duración superior a 0.15 segundos, el 20% de la duración total del ciclo cardíaco medio del hombre, que es de 0.75 segundos.

- **Lesiones permanentes:** Producidas por destrucción de la parte afectada del sistema nervioso (parálisis, contracturas permanentes, etc.)

Se fija el tiempo máximo de funcionamiento de los dispositivos de corte automático en función de la tensión de contacto esperada:

Tiempo máximo de	Intensidad de contacto (mA)
------------------	-----------------------------

corte (s)	
>5	25
1	43
0.5	56
0.2	77
0.1	120
0.05	210
0.03	300

Tabla 2

Por encima de estos valores se presenta fibrilación ventricular y por debajo no se presentan efectos peligrosos.

6.2 EFECTOS FÍSICOS NO INMEDIATOS

Se manifiestan pasado un cierto tiempo después del accidente. Los más habituales son:

- Manifestaciones renales:

Los riñones pueden quedar bloqueados como consecuencia de las quemaduras debido a que se ven obligados a eliminar la gran cantidad de mioglobina y hemoglobina que les invade después de abandonar los músculos afectados, así como las sustancias tóxicas que resultan de la descomposición de los tejidos destruidos por las quemaduras.

- Trastornos cardiovasculares:

La descarga eléctrica es susceptible de provocar pérdida del ritmo cardíaco y de la conducción aurículo-ventricular e intraventricular, manifestaciones de insuficiencias coronarias agudas que pueden llegar hasta el infarto de miocardio, además de trastornos únicamente subjetivos como taquicardias, sensaciones vertiginosas, cefaleas rebeldes, etc.

- Trastornos nerviosos:

La víctima de un choque eléctrico sufre frecuentemente trastornos nerviosos relacionados con pequeñas hemorragias fruto de la desintegración de la sustancia nerviosa ya sea central o medular. Normalmente el choque eléctrico no hace más que poner de manifiesto un estado patológico anterior. Por otra parte, es muy frecuente también la aparición de neurosis de tipo funcional más o menos graves, pudiendo ser transitorias o permanentes.

- Trastornos sensoriales, oculares y auditivos:

Los trastornos oculares observados a continuación de la descarga eléctrica son debidos a los efectos luminosos y caloríficos del arco eléctrico producido. En la mayoría de los casos se traducen en manifestaciones inflamatorias del fondo y segmento anterior del ojo. Los trastornos auditivos comprobados pueden llegar hasta la sordera total y se deben generalmente a un traumatismo craneal, a una quemadura grave de alguna parte del cráneo o a trastornos nerviosos.

7. PRIMEROS AUXILIOS EN CASO DE ACCIDENTE ELÉCTRICO

El primer paso a seguir, cuando se utiliza a una víctima de choque eléctrico, es tratar de cortar la alimentación de potencia del conductor con el cual esta en contacto. Si lo anterior no es posible rompa el contacto de la víctima con la fuente eléctrica, pero sin ponerse en peligro usted mismo. Haga lo anterior utilizando un objeto aislador (madera seca, lasos, ropa u cuero) para halar o separar la víctima del conductor vivo. No la toque con las manos desnudas si continua electrizada. Un contacto momentáneo puede ser fatal si el nivel de corriente es lo suficientemente alto. El contacto debe ser rotundamente puesto que la resistencia de la piel decrece muy rápido en el tiempo y una corriente fatal entre 100 y 300mA se puede alcanzar si el choque continua por mucho tiempo.

Si la respiración se ha suspendido y la persona esta inconsciente, suminístresele respiración artificial inmediatamente y no pare hasta cuando llegue ayuda de una autoridad medica. Sintomas de rigidez mortal y la falta de pulso se deben descartar, puesto que algunas veces ellas son el resultado del choque eléctrico y no son prueba suficiente de que la víctima ha expirado.

7.1 ACCIDENTES POR BAJA TENSIÓN

- Cortar la corriente eléctrica, si es posible
- Evitar separar a la persona accidentada directamente y especialmente si está herida
- Si la persona accidentada está pegada al conductor, cortar éste con herramienta de mango aislante

7.2 ACCIDENTES POR ALTA TENSIÓN

- Cortar la subestación correspondiente
- Prevenir la posible caída si está en alto
- Separar la víctima con auxilio de pátiga aislante y estando provisto de guantes y calzado aislante y actuando sobre banqueta aislante
- Librada la víctima, deberá intentarse su reanimación inmediatamente, practicándole la respiración artificial y el masaje cardíaco. Si está ardiendo, utilizar mantas o hacerle rodar lentamente por el suelo.

8.-POZO DE TIERRA

Un pozo de tierra es una obra que se hace en la instalación interna del cliente con el fin de dirigir la energía a perdida a la tierra, eliminando el riesgo de electrizamientos y descargas, en caso de fallas.

Para profundizar en la definición, podemos decir que es un pozo que contiene tierra tratada y aditivos químicos que aseguran una baja resistencia del terreno al paso de la corriente eléctrica, hasta donde se conecta el circuito de tierra de las instalaciones internas (en caso lo tuviera), con la finalidad de proteger a las personas e instalaciones de posibles electrizamientos.

CONSTRUCCIÓN DE UN POZO A TIERRA

Los objetivos de hacer un buen pozo a tierra, es que conduzca y absorba todas las corrientes anormales, evitar que aparezcan tensiones peligrosas para la vida humana, permitir que la protección del circuito eléctrico evite la falla inmediatamente de ocurrida esta.

La construcción de pozos es toda una técnica profesional, en la que la inversión que se haga en el equipamiento se verá reflejada en una buena construcción de pozo a tierra, algunos datos a tener en cuenta son:

- *La tierra por su alto contenido de ácido de silicio y ácido de aluminio es altamente resistiva y esto hay que anularlo para la buena duración y confiabilidad del pozo de tierra.

- *La estratificación del terreno y naturaleza de

los suelos hay que saberla identificar ya que esto significa el grado de ser buen o no conductor en la influencia del comportamiento del suelo según su formación geológica y granulometría respectivamente.

- *La humedad, temperatura, grado de sales disueltas, compactación del terreno maneja un papel predominante, saber regular y aprovechar estas para concluir con un buen trabajo.

- *Tratamientos del terreno para mejorar la puesta a tierra.

- *Área de influencia de cables de energía, señales de RF, EMI u otros campos magnéticos tienen mucho que ver hasta para escoger el criterio del lugar apropiado a escoger.

- *Medición con Telúmetro, instrumento de medición del pozo, con 3 puntas, de Modelo Digital.

En la construcción del pozo a tierra se debe instalar una varilla de Cobre puro electrolítico de 2.40 mts de profundidad por $\frac{1}{2}$ cm de diámetro con anillo de Cobre desnudo de 25 mm², con longitud de 13 mts.(Enrollado alrededor de la varilla de extremo a extremo) para darle mayor capacidad, que es con configuración helicoidal con la finalidad de soportar hasta de 100 KA, se escarba un pozo de

3 m de profundidad, y por lados 1 m. Y se prepara el terreno, retirando todas las piedras y reemplazando por tierra pura de cultivo tamizada 4m³, con 3 dosis de Thourgel sustancia química para mejorar la resistividad del terreno con la finalidad de conseguir una baja resistencia en el terreno, de tal manera que sea un verdadero conductor de descarga ante altas corrientes existentes en todos los dispositivos o equipos que requieran un pozo a tierra. Confiante con las condiciones de seguridad, la varilla debe estar con 3 conectores. Se debe colocar tapa de registro con base de concreto pre-armado fijándolo alrededor con cemento, arena para poder efectuar algún mantenimiento en el futuro así como para medir el potencial existente, como también un tubo de PVC para llevar el cable desde el pozo hasta el tablero, en la que internamente estará el cable de calibre 6 AWG (3metros). El tiempo de vida del pozo es de 20 años, teniendo un buen mantenimiento

preventivo

EL TERRENO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN POZO DE TIERRA

El factor más importante de la resistencia a tierra no es el electrodo en sí, sino la resistividad del suelo mismo, por ello es requisito conocerla para calcular y diseñar la puesta a tierra de sistemas.

La resistividad del suelo es la propiedad que tiene éste, para conducir electricidad, es conocida además como la resistencia específica del terreno. En su medición, se promedian los efectos de las diferentes capas que componen el terreno bajo estudio, ya que éstos no suelen ser uniformes en cuanto a su composición, obteniéndose lo que se denomina "Resistividad Aparente" que para el interés de este trabajo, será conocida simplemente como: "resistividad del terreno".

La resistividad del terreno varía ampliamente a lo largo y ancho del globo terrestre, estando determinada por:

Sales solubles: La resistividad del suelo es determinada principalmente por su cantidad de electrolitos; esto es, por la cantidad de humedad, minerales y sales disueltas. Como ejemplo, para valores de 1% (por peso) de sal (NaCl) o mayores, la resistividad es prácticamente la misma, pero, para valores menores de esa cantidad, la resistividad es muy alta.

Composición Del Terreno: La composición del terreno depende de la naturaleza del mismo. Por ejemplo, el suelo de arcilla normal tiene una resistividad de 40-500 ohm-m por lo que una varilla electrodo enterrada 3 m tendrá una resistencia a tierra de 15 a 200 ohms respectivamente. En cambio, la resistividad de un terreno rocoso es de 5000 ohm-m o más alta, y tratar de conseguir una resistencia a tierra de unos 100 ohm o menos con una sola varilla electrodo es virtualmente imposible.

Estratigrafía: El terreno obviamente no es uniforme en sus capas. En los 3 m de longitud de una varilla electrodo típica, al menos se encuentran dos capas diferentes de suelos.

Granulometría: Influye bastante sobre la porosidad y el poder retenedor de humedad y sobre la calidad del contacto con los electrodos aumentando la resistividad con el mayor tamaño de los granos de la tierra. Por esta razón la resistividad de la grava es superior a la de la arena y de que ésta sea mayor que la de la arcilla.

Estado Higrométrico: El contenido de agua y la humedad influyen en forma apreciable. Su valor varía con el clima, época del año, profundidad y el nivel freático. Como ejemplo, la resistividad del suelo se eleva considerablemente cuando el contenido de humedad se reduce a menos del

15% del peso de éste. Pero, un mayor contenido

de humedad del 15% mencionado, causa que la resistividad sea prácticamente constante. Y, puede tenerse el caso de que en tiempo de secas, un terreno puede tener tal resistividad que no pueda ser empleado en el sistema de tierras. Por ello, el sistema debe ser diseñado tomando en cuenta la resistividad en el peor de los casos.

Temperatura: A medida que desciende la temperatura aumenta la resistividad del terreno y ese aumento se nota aún más al llegar a 0°C, hasta el punto que, a medida que es mayor la cantidad de agua en estado de congelación, se va reduciendo el movimiento de los electrolitos los cuales influyen en la resistividad de la tierra.

Compactación: La resistividad del terreno disminuye al aumentar la compactación del mismo. Por ello, se procurará siempre colocar los electrodos en los terrenos más compactos posibles.

Naturaleza del terreno	Resistividad (Ohm-m)	Dosis THOR-GEL por m ³
Terrenos cultivables y fértiles	50	1
Terraplenes compactos y húmedos	50	1
Terrenos cultivables poco fértiles terraplenes fofos	500	de 1 a 2
Suelos pedregosos desnudos arena seca, permeable	3 000	2
Suelos rocosos fraccionados	6 000	de 2 a 3
Suelos rocosos compactos	14 000	3

Este método es efectivo donde hay poco espacio como en banquetas o estacionamientos, pero es fácilmente demostrable que la resistencia a tierra obtenida, puede ser fácilmente obtenida de una manera más económica con electrodos múltiples.

El otro método es excavar una zanja alrededor de la varilla y llenarla con unos 20 o 40 Kg. de los compuesto químicos mencionados arriba, diluyendo con agua.

La primera carga dura unos 2 o 3 años y, las posteriores aún más, por lo que el mantenimiento es menos frecuente con el tiempo.

Por último, se puede utilizar uno de los cementos puzolánicos grafíticos conductores (EarthLink 101, etc.) de la siguiente manera: se cubre el cable del electrodo [4/0 AWG] colocado horizontalmente en una zanja de unos 75 cm de profundidad, con una capa de cemento seco de unos 5 cm de grueso y 50 cm de ancho. Con el tiempo, el cemento toma la humedad del suelo y endurece. Este método desarrollado en Japón en los 70s, tiene la ventaja que no requiere mantenimiento, es antirrobo, y por el tipo de material, no se

corroen los cables con el tiempo. Además se adapta perfectamente a los lugares donde la capa superficial es poco profunda y de alta resistividad.

El perforar y usar explosivos para hacer grietas en suelos rocosos, como se utiliza para cimentar las torres de líneas de transmisión, se ha utilizado en China para mejorar la resistividad de un terreno de alta resistividad, utilizando un material de baja resistividad para rellenar las grietas.

Como resultado del mejoramiento del terreno se observa en las mediciones que la variación estacional de la resistencia de un electrodo es mucho menor a la que pudiera obtenerse en un terreno natural no mejorado

TIPOS DE POZO A TIERRA

(a) Por su resistencia final:

Pozos de comunicación e informática: $< 05 \Omega$

Pozos de alta tensión: $< 15 \Omega$

Para pozos de baja tensión: $< 10 \Omega$ (ohmios)

(b) Según su aplicación:

-Puesta a tierra de los sistemas eléctricos.- El propósito de aterrizar los sistemas eléctricos es para limitar cualquier voltaje elevado que pueda resultar de rayos, fenómenos de inducción o, de contactos no intencionales con cables de voltajes más altos. Se logra uniéndolo mediante un conductor apropiado a la corriente de falla a tierra total del sistema, es decir una parte del sistema eléctrico al planeta tierra.

-Puesta a tierra de los equipos eléctricos.- Su propósito es eliminar los potenciales de toque que pudieran poner en peligro la vida y las propiedades y, para que operen las protecciones por sobre corriente de los equipos. Se logra conectando al punto de conexión del sistema eléctrico con el planeta tierra, todas las partes metálicas que pueden llegar a energizarse, mediante un conductor apropiado a la corriente de corto circuito del propio sistema en el punto en cuestión.

-Puesta a tierra en señales electrónicas.

- Para evitar la contaminación con señales en frecuencias diferentes a la deseada. Se logra mediante blindajes de todo tipo conectados a una referencia cero, que puede ser el planeta tierra.

-Puesta a tierra de protección electrónica.

- Para evitar la destrucción de los elementos semiconductores por voltaje, se colocan dispositivos de protección conectados entre los conductores activos y la referencia cero, que puede ser el planeta tierra.

-Puesta a tierra de protección atmosférica.- Sirve para canalizar la

energía de los rayos a tierra sin mayores daños a personas y propiedades.

Se logra con una malla metálica igualadora de potencial conectada al planeta tierra que cubre los equipos o edificios a proteger.

-Puesta a tierra de protección electrostática.- Sirve para neutralizar las cargas electrostáticas producidas en los materiales dieléctricos. Se logra uniendo todas las partes metálicas y dieléctricas, utilizando el planeta tierra como referencia de voltaje cero.

MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL POZO A TIERRA

*Electrodo o varilla de cobre:

Los electrodos de puesta a tierra de cobre pueden ser uno o un grupo de los siguientes electrodos:

Electrodo de varilla de cobre, de un diámetro nominal no menor de 12 mm y de longitud no menor de 2,0 m, la profundidad mínima a la cual debe introducirse es de 2,5 m. Si se encuentra roca a menos de 1,25 m de profundidad, el electrodo debe enterrarse horizontalmente.

Electrodo embutido en una fundación o cimiento de concreto, por lo menos a 5 cm de la base que está en contacto directo con la tierra. El electrodo consiste de un conductor de cobre desnudo de por lo menos 6 m de longitud y de una sección no menor de 25 mm².

Electrodo compuesto de un conductor de cobre desnudo enterrado horizontalmente a una profundidad no menor de 0,75 m. El electrodo consiste de un conductor de cobre desnudo de por lo menos 10 m de longitud y de una sección no menor de 35 mm².

*Material circundante al electrodo.

*Elementos químicos para reducir la resistencia de puesta a tierra.

*Conectores entre el electrodo y conductor de puesta a tierra.

*Protección externa del pozo

MEDICIÓN DEL POZO AL FINALIZAR LA INSTALACIÓN

Esta medida es la verificación de la capacidad de evacuación y dispersión de la corriente eléctrica en el suelo, a cargo de una puesta a tierra desconectada; las medidas se hacen utilizando un telurómetro portátil de 3 o 4 bornes. Se inyecta una corriente a través del electrodo de la puesta a tierra A y se mide el alza de potencial por el electrodo auxiliar de potencia P2, conocido el valor de la tensión y la corriente se obtiene la resistencia de la puesta a tierra.

La forma precisa de medir la resistencia a tierra, es colocando el electrodo

auxiliar de potencia P2 a una distancia “d” (igual al doble de la longitud del electrodo A) y a una distancia “2d” al electrodo auxiliar de corriente B con respecto al electrodo de puesta a tierra A, en línea recta, para que el electrodo P2 este fuera de las áreas de resistencia del electrodo A y B.

9.-PREVENCIÓN CONTRA RIESGO DE INCENDIO, TIPOS DE FUEGO Y MÉTODOS DE EXTINCIÓN

Para poder prevenir la existencia de incendios es necesario saber las distintas clases de fuego que puede haber, en función del tipo de combustible o comburente que puede quemarse.

Los combustibles son muchos, pero al clasificarlos dentro de la prevención contra incendios hay que dividirlos teniendo en cuenta los distintos tipos de medios que existen para apagarlos o sofocarlos. Por eso se habla de las siguientes clases o tipos de fuego:

- *Fuegos tipo A (fuegos secos).* Afectan a materias sólidas como la madera o el cartón, se consumen produciendo brasas y cenizas que siguen ardiendo y que también hay que apagar para garantizar que se termina con el incendio.
- *Fuegos tipo B (fuegos grasos).* Arden en estado líquido y no dejan residuos tras quemarse, pero generan una gran cantidad de humo.
- *Fuegos tipo C (fuegos gaseosos).* Su combustión es muy rápida y producen grandes llamas.
- *Fuegos tipo D (fuegos químicos o fuego de metales).* Se dan en algunos productos químicos reactivos como metales combustibles o inflamables. Normalmente necesitan métodos de extinción específicos.
- *Fuegos tipo E (fuegos eléctricos).* Se dan en presencia de corriente eléctrica.

Métodos de extinción.

A grandes rasgos, podemos hablar de tres métodos distintos que se pueden usar para apagar un fuego. Estos son:

- ***Método de enfriamiento por agua.*** El método más conocido, consisten en “robar” el calor del fuego a través del uso de agua, de forma tal que se pueda alcanzar una temperatura inferior a la necesaria para que se de la ignición. Como sabemos, sin la temperatura necesaria no hay fuego.
- ***Método de dilución.*** Consiste en eliminar el combustible para que el fuego tenga uno de sus componentes necesarios para darse. Normalmente se logra a través de la ventilación (de gases) o el aislamiento del fuego (para que se consuma el combustible que haya, y entonces se apague).
- ***Método de sofocación.*** Se trata de impedir que el combustible o los vapores combustibles tengan contacto con el oxígeno. Como sabemos, si no hay oxígeno (comburente) no puede haber fuego.

- **Método de rotura de la reacción en cadena.** La reacción que se da entre el combustible, el comburente y la temperatura y que tiene como consecuencia el fuego (el “tetraedro de fuego”) se conoce como “reacción en cadena”. Por lo tanto, si rompemos esta reacción en cadena, o si evitamos que se combinen estos componentes, evitaremos también el fuego o lograremos apagarlo. Para eso existen ciertos productos químicos que se combinan con el combustible o sus derivados tras la descomposición antes que estos lo hagan con el comburente, rompiendo el ciclo.

De acuerdo al método de extinción que usemos, deberemos utilizar un tipo determinado de sustancia extintora.

10-EXTINTOR

Extintor tipo ABC con código indicativo

Un **extintor**, **extintor de fuego**, o **matafuego** es un artefacto que sirve para apagar fuegos. Consiste en un recipiente metálico (bombona o cilindro de acero) que contiene un agente extintor de incendios a presión, de modo que al abrir una válvula el agente sale por una manguera que se debe dirigir a la base del fuego. Generalmente tienen un dispositivo para prevención de activado accidental, el cual debe ser deshabilitado antes de emplear el artefacto.

De forma más concreta se podrá definir un *extintor* como *un aparato autónomo, diseñado como un cilindro, que puede ser desplazado por una sola persona y que usando un mecanismo de impulsión bajo presión de un gas o presión mecánica, lanza un agente extintor hacia la base del fuego, para lograr extinguirlo.*

Los hay de muchos tamaños y tipos, desde los muy pequeños, que suelen llevarse en los automóviles, hasta los grandes que van en un carrito con ruedas. El contenido varía desde 1 a 250 kilogramos de agente extintor.

Según el agente extintor se puede distinguir entre:

- Extintores Hídricos (cargados con agua o con un agente espumígeno, estos últimos hoy en desuso por su baja eficacia).
- Extintores de Polvo Químico Seco (multifunción: combatiendo fuegos de clase ABC)
- Extintores de CO₂ (también conocidos como Nieve Carbónica o Anhídrido Carbónico) Fuegos de clase BC.
- Extintores para Metales: (únicamente válidos para metales combustibles, como sodio, potasio, magnesio, titanio, etc)
- Extintores de Halógenos (hidrocarburo halogenado, actualmente prohibidos en todo el mundo por afectar la capa de ozono y tiene permiso de uso hasta el 2010)

Por su tamaño los *extintores* se dividen en *portátiles* y *móviles*.

Extintores portátiles serán los que tienen un peso de hasta 20 kg de peso en total, considerando, a su vez, entre los mismos *extintores portátiles manuales*, hasta 20 kg y *extintores portátiles dorsales* hasta 250 kg.

Cuando un extintor pese más de 30 kg se considera *móvil* y debe llevar *ruedas* para ser desplazado.

Esto no es sólo para que existan extintores que colocados sobre ruedas y por lo tanto *movilizados* pesen menos de 30 kg. De hecho, para favorecer su manejo, los extintores de 50 kg se suelen instalar sobre ruedas.

La división tiene que ver con el máximo admitido para usarse de una u otra forma, es decir, un extintor que pese más de 20 kg obligatoriamente tendrá que tener un apoyo dorsal.

El problema de los extintores (salvo en los muy grandes) es que el agente se agota rápidamente, por lo que su utilización debe hacerse aprovechándolo al máximo. Su tiempo en descarga continua es de 18 a 20 segundos.

Asimismo, se distinguen por los fuegos que son capaces de apagar: de origen eléctrico, originados por combustibles líquidos u originados por combustibles sólidos, lo que depende del agente extintor que contienen. Las posibilidades que tienen deben venir escritas de modo bien visible en la etiqueta, atendiendo a la clase de fuego normalizada. Pueden servir para varias clases.

Historia del extintor

El extintor fue un invento de William George Manby un capitán al que se le ocurrió crear un instrumento que apagase el fuego con una mayor efectividad al observar la incapacidad de un grupo de bomberos de Edimburgo para alcanzar los pisos superiores de un edificio en llamas.

El primer extintor era un aparato con cuatro cilindros, tres de agua y uno de aire comprimido, que servía para que el líquido saliese a presión. Fue patentado en el Reino Unido en 1739. Este dispositivo fue modificado en 1905 cuando se sustituyó el agua por bicarbonato sódico.

Características de los extintores

Los distintos tipos de extintor se usan para distintos tipos de fuego. Y necesidades edilicias del usuario o el objetivo a proteger, Siendo la forma mas facil de crear una seguridad a lo protegido y al protegido.

Europa y Australia

En Europa y Australia los incendios se clasifican en 6 grupos:

- **Clase A:** Incendios que implican sólidos inflamables que dejan brasas, como la madera, tejidos, goma, papel, y algunos tipos de plástico.
- **Clase B:** Incendios que implican líquidos inflamables o sólidos licuables, como el petróleo o la gasolina, aceites, pintura, algunas ceras y plásticos.
- **Clase C:** Incendios que implican gases inflamables, como el gas

natural, el hidrógeno, el propano o el butano.

- **Clase D:** Incendios que implican metales combustibles, como el sodio, el magnesio, el potasio o muchos otros cuando están reducidos a virutas muy finas.
- **Riesgo de Electrocución (antiguamente conocida como Clase E):** Incendios que implican cualquiera de los materiales de las Clases A y B, pero con la introducción de electrodomésticos, cableado, o cualquier otro objeto bajo tensión eléctrica, en la vecindad del fuego, donde existe un riesgo de electrocución si se emplean agentes extintores conductores de la electricidad.
- **Clase K:** Incendios que implican grasas y aceites de cocina. Las altas temperaturas de los aceites en un incendio excede con mucho las de otros líquidos inflamables, haciendo inefectivos los agentes de extinción normales. (En España esta clase se incluye en la B).

Estados Unidos

En los Estados Unidos, los incendios se clasifican en cuatro grupos: A, B, C y D.

- **Clase A:** Incendios que implican madera, tejidos, goma, papel y algunos tipos de plástico.
- **Clase B:** Incendios que implican gasolina, aceites, pintura, gases y líquidos inflamables y lubricantes.
- **Clase C:** Incendios que implican prioridad vida humana y equipos energizados menores a 25 kW (uso eléctrico y domésticos) y cualquiera de los materiales de las Clases A y B; pero no es recomendable por la cantidad de equipos necesarios aumentaría en 7 veces la cantidad de los equipos de agentes clase A (aguas y espumas) y B (agentes químicos) pero con la introducción de electrodomésticos, y cableado o cualquier otro objeto que recibe energía eléctrica en su sistema en la vecindad del fuego presencia eminente de el fuego o altas temperaturas en ellos.
- **Clase D:** Incendios que implican metales combustibles, como el sodio, el magnesio o el potasio u otros que pueden entrar en ignición cuando se reducen a limaduras muy finas.

A veces suele añadirse un quinto grupo, la Clase K. Se refiere a los incendios que implican grandes cantidades de lubricantes o aceites. Aunque, por definición, la Clase K es una subclase de la Clase B, las características especiales de estos tipos de incendios se consideran lo suficientemente importantes para ser reconocidos en una clase aparte.

Agentes extintores especiales:

Extintor clase "H" alogenados en sustitución del gas halon (que dañaba la capa de ozono y sólo está autorizado en algunas aplicaciones militares), recomendado en habientes cerrados sin presencia de vida o personal en el área. Agente sofocante (desdobra el oxígeno)

Extintores de Clase "N" neutralizantes a formación de gases por agente químicos o armas de destrucción masiva a base de la impulsión de polvo micropulverizado con un agente neutralizante al producto lease "antidoto específico para cada producto"

Agua a presión: los extintores de agua bajo presión son diseñados para proteger áreas que contienen riesgos de fuego **Clase A** (combustibles sólidos). **Aplicaciones típicas:** carpintería, industrias de muebles, aserraderos, depósitos, hospitales, etc.

Agua Pulverizada: los extintores de agua pulverizada son diseñados para proteger todas las áreas que contienen riesgos de fuegos Clase A (combustibles sólidos) de forma eficiente y segura.

Agua Desmineralizada: los extintores de agua desmineralizada (3 veces destilada - oxigenada en algunos casos) se usan para incendios químicos o riesgos bacteriológicos.

Aplicaciones típicas son: servicios aéreos, edificios de departamentos, bancos, museos, oficinas, hospitales, centro de cómputos, industrias electrónicas, centro de telecomunicaciones, escuelas, supermercados, etc. No contamina el ambiente: no afecta la capa de ozono (O.D.P.=0) y no produce calentamiento global (G.W.P.=0). Agente limpio: no es tóxico, no produce problemas respiratorios y no deja residuos posteriores a la extinción. Eficiente desempeño: manga diseñada para brindar al operador una mayor visibilidad y una fácil maniobrabilidad. La boquilla genera un spray muy fino que aumenta el poder refrigerante, no produce shock térmico ni conduce el eléctrico.

Extintor de dióxido de carbono (nieve carbónica).

Agua y FFF (Espuma): los extintores de agua con AFFF bajo presión son diseñados para proteger áreas que contienen riesgos de fuego Clase A (combustibles sólidos) y Clase B (combustibles líquidos y gaseosos). **Aplicaciones típicas:** industrias químicas, petroleras, laboratorios, transportes, etc.

Dióxido de Carbono (CO₂): los extintores de dióxido de carbono son diseñados para proteger áreas que contienen riesgos de incendio Clase B (combustibles líquidos) y Clase C (corriente eléctrica). **Aplicaciones típicas:** industrias, equipos eléctricos, viviendas, transporte, comercios, escuelas, aviación, garajes, etc.

Polvo Químico universal - ABC: los extintores de polvo químico seco (fosfato monoamónico al 75% y otros como sales pulverizadas) (ABC) son diseñados para proteger áreas que contienen riesgos de fuego Clase A (combustibles sólidos), Clase B (combustibles líquidos), Clase C (corriente eléctrica). **Aplicaciones típicas:** industrias, oficinas, viviendas, transporte, comercios, escuelas, aviación, garajes, etc. Gran potencial extintor: de todos los agentes extintores es el de mayor efectividad, brindando una protección superior.

Polvo Químico Seco - BC: los extintores de polvo químico son diseñados para proteger áreas que contienen riesgos de incendio Clase B (combustibles líquidos) y Clase C (corriente eléctrica). **Aplicaciones típicas:** industrias, equipos eléctricos, viviendas, transporte, comercios, escuelas, aviación, garajes, etc.

Polvo Químico Seco - D: los extintores de polvo químico seco (por ejemplo: purpura k) son diseñados para proteger áreas que contienen riesgos de fuego Clase D (metales combustibles) que incluye litio, sodio, aleaciones de sodio y potasio, magnesio y compuestos metálicos. Está cargado con polvo compuesto a base de borato de sodio. Al compuesto se lo trata para hacerlo resistente a la influencia de climas extremos por medio de agentes hidrofóbicos basados en silicona.

Partes de un extintor

Usualmente los extintores están compuestos de las siguientes partes:

- Pasador metálico: bloquea el funcionamiento del extintor, se debe extraer antes de utilizar el mismo.
- Manguera: permite dirigir y proyectar el agente extinguidor hacia el lugar adecuado.
- Etiquetado: el contenido de la misma puede variar en función de la legislación de cada país, aunque normalmente recoge datos relativos al tipo de agente extintor, para que esté indicado y forma de utilización.
- Palanca de Accionamiento: es el elemento que hay que presionar para permitir la salida del agente extintor desde su ubicación habitual al lugar de emergencia.
- Manómetro: indica la presión del gas impulsor.
- Cuerpo: es el recipiente metálico que contienen la sustancia que apaga el fuego.

11-REGLAS DE SEGURIDAD

- En lo posible utilice instrumentos o herramientas eléctricas cuyos cables de alimentación estén provistos de un adecuado conductor de tierra.
- Nunca toque instrumentos antes de desenergizarlos.
- Vista siempre zapatos y consérvelos secos.
- Evite pararse en piso húmedos.
- No lleve puestos anillos, objetos de metal, etc.
- No maneje instrumentos eléctricos cuando su piel esté húmeda
- Nunca lleve ropa suelta cerca de maquinaria en movimiento
- El uso inadecuado de las pistolas de soldar puede acarrear graves quemaduras o incendios.
- No altere bruscamente las conexiones de los devanados de los transformadores pues se podrán presentar altos voltajes.
- Neutralice el ácido de las baterías usando agua y sal, pues la mezcla de ácido y agua empobrece a aquel, evitando quemaduras y daños.

III.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

-Llegue a la conclusión de que los sistemas eléctricos son potencialmente letales para las personas. Pero conocer las características del peligro latente permite tomar los recaudos necesarios para evitar accidentes.

-En el laboratorio debemos Evitar trabajar con dispositivos o circuitos energizados para ello tenemos que verificar que est n abiertos o desconectados y uno de los dispositivos con los que debemos tener mas cuidado son los capacitores porque pueden almacenar grandes voltajes.

-Para evitar descargas eléctricas lo recomendable es tocar el cable con el dorso de la mano ya que al circular una alta cantidad de corriente eléctrica por la mano los músculos de esta tienden a contraerse o encogerse produciendo que esta tome la forma

de puño. Es decir si se hace contacto con el objeto electrizado con el dorso se tiene la posibilidad de retirar la mano o en el mejor de los casos que la corriente “rechaze” a la mano, en cambio, el hacer contacto con la palma ocasiona una contracción de la mano con lo que uno se queda pegado   agarrado al objeto electrizado y también al trabajar con altas tensiones hacerlo solo con una mano a la vez y no con las dos ya que podríamos proporcionar un puente eléctrico con nuestras manos y el sudor; la corriente pasar  directamente de un brazo al otro por el corazón produciendo un paro cardiaco. Lo recomendable es realizar la conexión con la mano derecha, manteniendo la izquierda amarrada a la cintura en la espalda, a menos que se tenga la suficiente experiencia.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Laboratorio de Circuitos Electricos Informe N  01