

76



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

“PROPUESTA DE NORMATIVIDAD INTERNA
PARA LA PREVENCIÓN DEL RIESGO
ELÉCTRICO”

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECÁNICO - ELECTRICISTA
(ÁREA INGENIERÍA INDUSTRIAL)
P R E S E N T A:
JUAN IRVING SOLIS LUGO

295728
824945

DIRECTOR DE TESIS:
ING. BONIFACIO ROMÁN TAPIA



MÉXICO, D.F.

2001



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis hijos

Irving Martin

Gibran Esaú

Selene Verónica

Irving Eduardo

Por acercarme a Dios

Por estar siempre conmigo

Por ser la parte más sensible de mi ser

Porque su alegría de vivir me fortalece el espíritu

GRACIAS

ÍNDICE

| | <u>Pag.</u> |
|---|-------------|
| INTRODUCCIÓN. | 5 |
| | |
| Capítulo 1. MARCO LEGAL EN MATERIA DE SEGURIDAD E HIGIENE. | 9 |
| 1.1 Referencias. | 11 |
| 1.2 Aspectos Históricos. | 12 |
| 1.3 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. | 13 |
| 1.4 Ley Federal del Trabajo. | 14 |
| 1.5 Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo. | 16 |
| 1.6 Instituto Mexicano del Seguro Social. | 17 |
| 1.7 Autoridad Laboral. | 17 |
| | |
| Capítulo 2. NORMATIVIDAD. | 19 |
| 2.1 ¿Por que se Norman las Actividades?. | 21 |
| 2.2 ¿Cómo se hace una Norma y Puntos que debe Cumplir?. | 22 |
| 2.3 Normas referentes a Seguridad e Higiene. | 24 |
| 2.4 ¿Cuáles son las Leyes más importantes y de qué tratan?. | 25 |
| | |
| Capítulo 3. ¿QUÉ ES LA ELECTRICIDAD?. | 27 |
| 3.1 Breve historia de la Electricidad. | 29 |
| 3.2 Teoría Electrónica. | 30 |
| 3.3 Constitución de la Materia. | 30 |
| 3.4 Ley de las Cargas Eléctricas o Ley de Coulomb. | 33 |
| 3.5 Energía del Electrón. | 35 |
| 3.6 ¿Cuándo se produce Electricidad?. | 35 |
| 3.7 Corriente Eléctrica. | 39 |
| 3.8 Tensión o Diferencia de Potencial. | 40 |

**Capítulo 4. RIESGO ELECTRICO Y PREVENCIÓN EN
INSTALACIONES ELECTRICAS. 41**

| | |
|---|----|
| 4.1 Riesgo eléctrico. | 43 |
| 4.2 Papel de los diversos parámetros eléctricos. | 46 |
| 4.3 Electricidad estática. | 49 |
| 4.4 Peligros asociados a la electricidad estática. | 51 |
| 4.5 Principios de la prevención de electricidad estática. | 54 |
| 4.6 Puesta a tierra de la electricidad estática. | 55 |
| 4.7 Protección contra las descargas electrostáticas. | 56 |
| 4.8 Protección de trabajadores. | 57 |
| 4.9 Peligros y medidas preventivas en instalaciones eléctricas. | 58 |
| 4.10 Normas europeas y americanas para la operación de instalaciones eléctricas. | 65 |
| 4.11 Mantenimiento. | 71 |

**Capítulo 5. CONCEPTOS BÁSICOS DE SEGURIDAD
EN EL TRABAJO. 73**

| | |
|---|----|
| 5.1 El camino hacia el accidente | 75 |
| 5.2 Verificaciones. | 77 |
| 5.3 Análisis de trabajo seguro. | 78 |
| 5.4 Metodología para la ejecución segura del trabajo. | 81 |
| 5.5 Investigación de accidentes. | 87 |
| 5.6 Estadística. | 90 |

Capítulo 6. DIAGNOSTICO SITUACIONAL. 95

| | |
|---------------------------------|-----|
| 6.1 Identificación de riesgos. | 98 |
| 6.2 Hoja de Reporte. | 111 |
| 6.3 Evaluación de riesgos. | 111 |
| 6.4 Resultados del diagnostico. | 113 |

| | |
|---|------------|
| Capítulo 7. PROPUESTA DE NORMATIVIDAD INTERNA PARA LA PREVENCIÓN DEL RIESGO ELÉCTRICO. | 117 |
| 7.1 Alcance y responsabilidades. | 119 |
| 7.2 Prevención de accidentes. | 120 |
| 7.3 Accidentes de trabajo. | 121 |
| 7.4 Prevención de incendios. | 122 |
| 7.5 Sistema contra incendio. | 123 |
| 7.6 Equipo de protección personal. | 124 |
| 7.7 Actividades de Capacitación en Seguridad e Higiene. | 125 |
| 7.8 Primeros auxilios. | 125 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 129 |
| ANEXOS | 135 |
| Anexo 1: Definiciones. | 137 |
| Anexo 2: Diagrama Unifilar. | 141 |
| BIBLIOGRAFÍA | 143 |

Introducción

INTRODUCCIÓN

Conscientes del constante avance tecnológico y la diversidad de equipos y materiales en los procesos de producción que incrementan los riesgos de trabajo, es claro que la Seguridad e Higiene laboral adquiere cada día mayor importancia.

Aunado a esto la implantación del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo (NOM-019-STPS-1993, publicada en el diario oficial el 21 de enero de 1997), así como la NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999, Instalaciones eléctricas (utilización) publicada en el diario oficial el 27 de septiembre de 1999, el cumplimiento de la Normatividad vigente, la participación de los comisionados de seguridad y de los trabajadores es fundamental para estructurar medidas preventivas acordes a las situaciones de riesgo en los centros de trabajo.

El conocimiento del marco legal en el que se asienta la Prevención de Riesgos de Trabajo, no sólo es necesario y obligatorio para los representantes de los patrones y los individuos que forman o van a formar parte de las Comisiones de seguridad e Higiene, lo es también para todos los trabajadores en general, ya que todos ocupan un sitio fundamental, en el cumplimiento de dichas disposiciones legales.

Para el caso de empresas, que por su diversidad en procesos de trabajo, número de trabajadores y cantidad de centros de trabajo, no siempre ha sido suficiente y funcional lo ya inscrito legislativamente, de tal manera que se ha hecho necesario adecuar un Sistema de Prevención de Riesgos de Trabajo, propósito permanente que sin apartarse de lo que contempla la legislación vigente, pueda mejorar las acciones de Prevención de riesgos de Trabajo en la entidad.

Capítulo 1.

CAPÍTULO 1

MARCO LEGAL EN MATERIA DE SEGURIDAD E HIGIENE.

1.1 REFERENCIAS.

Con la finalidad de aclarar características en torno al Marco Legal, se comentan los siguientes conceptos:

a) Igualdad ante la ley.

Los derechos y obligaciones deben ser similares para todos los individuos.

b) Relevancia.

Sólo debe legislarse en los casos en que sea absolutamente necesario hacerlo, para evitar elaborar reglas que se hagan obsoletas en corto tiempo o que se refieran a cuestiones intrascendentes.

c) Equilibrio.

Cualquier medida Normativa debe tener una relación justa entre las limitaciones a los derechos humanos individuales y las ventajas sociales que potencialmente representaría su aplicación.

d) Efectividad.

Aunque éste es uno de los aspectos menos considerados durante la elaboración de cualquier Normatividad, es importante estimar las posibilidades reales de una Norma para contribuir a modificar o prevenir una conducta y es algo que debe ser analizado "a priori" para garantizar la utilidad de las medidas legislativas en la práctica.

e) Factibilidad.

Esta es otra característica esencial que no debe olvidarse durante la etapa de diseño de cualquier Norma, ya que la existencia de problemas que impiden o dificultan su aplicación, con frecuencia la convierten en algo inútil en la realidad.

f) Aceptación Social.

Además de los anteriores conceptos, las características tan particulares de la prevención de riesgos, hace imperativo que se tome en cuenta, lo que la sociedad puede considerar como aceptable o no en cuanto a las Normas que regirán su conducta.

* Este capítulo fue desarrollado tomando como referencia las notas del Taller de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, elaborado por la Subgerencia de Seguridad e Higiene, de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro.

Todos estos principios tienen también un ámbito de aplicación basado en una serie de valores que reflejan el carácter moral esencial, en el que deben ser tomadas las decisiones políticas relativas a la salud. Los cuatro principales valores son los siguientes:

- **Respeto a la persona:**

Constituye uno de los principales derechos humanos y se refiere al aspecto de la dignidad, autonomía e intereses individuales, con la única limitante de no lesionar los de la colectividad.

- **Justicia:**

El respeto a las personas debe ser similar en todos los casos para que realmente exista valor en este concepto.

- **Beneficencia:**

Es la constante búsqueda de aliviar el sufrimiento, de satisfacer las necesidades y de enaltecer la condición humana, que puede verse también como el viejo principio hipocrático de "no dañar".

- **Responsabilidad:**

Otro de los derechos humanos esenciales, es el respeto a la autonomía de cualquier persona para tomar decisiones relativas a su salud, con todas las consecuencias implícitas en dichas decisiones.

Estos principios generales recién descritos constituyen el marco de referencia en el que, desde un punto de vista ideal, debería ser elaborada toda la legislación concerniente a preservar la Integridad y salud de los trabajadores, tarea que como resulta evidente, requiere de un amplio conocimiento de todas las características de este tema tan complejo, así como de un abordaje interdisciplinario en el que intervengan todos los profesionistas que puedan aportar opiniones y contribuciones realmente valiosas y trascendentes.

1.2 ASPECTOS HISTÓRICOS.

En nuestro país podemos hacer las siguientes referencias:

- En la época de la colonia, hubo varios intentos de protección a los Indígenas, con resultados mínimos y casi nulos.
- 1904 y 1906; Vicente Villada y Bernardo Reyes, Gobernadores del estado de México y Nuevo León respectivamente, dictan leyes sobre accidentes de trabajo.
- 1912, se intenta reducir la jornada de labores que era de 12 horas o más; de impedir el empleo de menores de 10 años y la exigencia de condiciones higiénicas a los patrones, todo sin resultados positivos.
- Se dictan leyes sobre accidentes de trabajo en los siguientes Estados; 1914 en Veracruz, 1915 en Hidalgo y Yucatán; 1916 en Zacatecas y Coahuila.
- 1917 se promulga La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que en el artículo 123 está dedicada a las garantías de los trabajadores, destacando en sus fracciones XIV y XV, la importancia del control y prevención de riesgos en el trabajo y de la responsabilidad de los patrones en los

- accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de los trabajadores, sufridos con motivo o en ejercicio de la profesión o trabajo que ejecuten.
- 18 de agosto de 1931 surge la Ley Federal del Trabajo que regula las relaciones de trabajo.
- 1946 se publica en el Diario Oficial el Nuevo Reglamento de Higiene del Trabajo.
- 1978 es publicado el Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo; en este Reglamento queda inscrito que para acatar las nuevas disposiciones, se observará lo dispuesto en los instructivos correspondientes, que posteriormente fueron publicados.
- Agosto 1981 aparece el instructivo 19; Marzo 1983 son publicados dieciocho Instructivos; Mayo 1984 se publica el Instructivo 10 y en abril de 1985 aparece el Instructivo 11, sumando un total 21 Instructivos que son los requeridos. Es de mencionarse el artículo 2 del Reglamento, el que establece la coordinación de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social con la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial para la expedición, actualización e interpretación de las Normas Oficiales Mexicanas relacionadas con la Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de trabajo. A la fecha, se han publicado 132 Normas Oficiales Mexicanas, 17 en el periodo 1966-1978, 40 en el período 1982-1987 y 75 en el período de 1988 a 1997.

1.3 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.

La Constitución Política regula dos aspectos: Los Derechos y Obligaciones del hombre y la Organización del Estado. El primero es fundamental para la convivencia de todos los individuos en una sociedad regida por el derecho.

Tanto los derechos del hombre como la organización del Estado se originaron en Francia, cuando cambió el sistema de Monarquía por el de República. En ese momento se tomó la decisión de que todos los individuos deberían gozar, de un mínimo de prerrogativas que ninguna autoridad podía disminuir, ni alterar. Estas atribuciones se llamaron en México "GARANTÍAS INDIVIDUALES".

La Constitución, al ser la Norma suprema de un país, debe describir y regular el tipo de Estado que se pretende adoptar así como la forma de Gobierno que se elija para su desenvolvimiento.

En las Repúblicas Democráticas el Gobierno se distribuye en tres poderes, en donde ninguno sobresale ni es más fuerte, los cuales se conocen como, Legislativo (el que hace las leyes), Ejecutivo (el que publica y vigila que se cumplan), y por último el Judicial (que se encarga de aplicar las Leyes cuando

existen conflictos). En estas condiciones la Carta Magna señala las facultades de cada uno de estos poderes.

Un deber cívico que tienen todos los ciudadanos es el de conocer su Constitución, para poder exigir sus derechos y cumplir con las Normas fundamentales de convivencia.

Lo referente a la responsabilidad de los patrones para adoptar medidas preventivas en los accidentes y enfermedades de trabajo se estipulan en el artículo 123 (DEL TRABAJO Y LA PREVISIÓN SOCIAL).

El artículo 123 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (frac. XIV-XV) reconoce la importancia de la prevención y control de riesgos en el trabajo, en este artículo se manifiesta claramente la responsabilidad de los patrones respecto a los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales de los trabajadores (con motivo o en ejercicio de la profesión o trabajo). Así mismo regula la forma de prevenir los riesgos de accidentes en el uso de maquinaria, instrumentos y material de trabajo, además de señalar la obligatoriedad del cumplimiento de los preceptos legales en Seguridad e Higiene.

1.4 LEY FEDERAL DEL TRABAJO.

De acuerdo con el artículo 123 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, desde el 18 de agosto de 1931 surge LA LEY FEDERAL DEL TRABAJO que regula las relaciones de trabajo. Y en ella estipula que el patrón debe establecer instalaciones (fábricas, talleres, plantas) que cumplan con los principios de Seguridad e Higiene para prevenir accidentes y asegurar que los límites de exposición al riesgo no se rebasen.

Disposiciones subsecuentes han estipulado la participación de los trabajadores en la constitución y funcionamiento de las Comisiones de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

En México los trabajadores tienen la responsabilidad de cumplir los requerimientos de Seguridad e Higiene en el trabajo, de participar en las Comisiones; someterse a los exámenes médicos requeridos por la Ley y reportar a su representante ó patrón, cualquier deficiencia en materia de Seguridad e Higiene que observen en el trabajo, como así lo establece el artículo 134 de dicha ley.

En el año de 1946, con el artículo 512 se crea el Reglamento de Higiene en el Trabajo que estableció Normas para verificar la salud de los trabajadores mediante la supervisión médica.

Más tarde se agregaron disposiciones sobre seguridad en minas. Posteriormente el 5 de Junio de 1978 se emitió el Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo con disposiciones para reducir los riesgos relativos al medio ambiente de trabajo, maquinaria, equipo y herramientas. El Martes 21 de Enero de 1997, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, El Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.

La legislación que incorporó estas nuevas disposiciones estipula que se trata de Normas mínimas que deben cumplir los empleadores, estos requisitos de protección ofrecen a los trabajadores una mayor seguridad en su vida laboral y se encuentran principalmente en él:

| | |
|----------------------------|---|
| TITULO PRIMERO | (PRINCIPIOS GENERALES) |
| Art. 1° al 19 | |
| TITULO SEGUNDO | (RELACIONES INDIVIDUALES DE TRABAJO) |
| CAPÍTULOS I AL V | |
| Art. 20 al 55. | |
| TITULO SEXTO | (TRABAJOS ESPECIALES) |
| CAPÍTULOS I AL XVII | |
| Art. 181 al 353-U | |
| TITULO NOVENO | (RIESGOS DE TRABAJO) |
| CAPÍTULO ÚNICO | |
| Art. 472 al 515 | |

Art. 473.

Riesgos de trabajo son los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo.

Art. 474.

Accidente de trabajo es toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior, o la muerte, producida repentinamente en el ejercicio, o con motivo de trabajo, cualesquiera que sean el lugar y el tiempo en que se preste.

Quedan incluidos en la definición anterior los accidentes que se produzcan al trasladarse el trabajador directamente de su domicilio al lugar de trabajo y de éste a aquél.

Art. 475.

Define enfermedades de trabajo, se establece una relación causa y efecto a consecuencia del trabajo.

Art. 487.

Se refiere a los derechos de los trabajadores que sufran Riesgos de Trabajo.

Art. 488.

Casos en que queda exceptuado el patrón de las obligaciones.

Fracción I Embriaguez del trabajador.

Fracción II Uso de drogas o enervantes por el trabajador.

Fracción III Intencionalidad.

Fracción IV Riña o intento de suicidio.

Art. 489.

No libera al patrón de responsabilidad...

Art. 504-IV.

Obligaciones especiales que tienen los patronos.

Art. 506.

Los médicos de las empresas están obligados a...

Art. 513.

(Se refiere tabla de enfermedades).

Art. 514.

(Tabla de valuación de incapacidades permanentes).

1.5 REGLAMENTO FEDERAL DE SEGURIDAD, HIGIENE Y MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO.

CONTIENE:

- **TITULO PRIMERO** (DISPOSICIONES GENERALES).
CAPÍTULOS I AL III
Art. 1° al 18.
- **TITULO SEGUNDO** (CONDICIONES DE SEGURIDAD).
CAPÍTULOS I AL VI
Art. 19 al 75.
- **TITULO TERCERO** (CONDICIONES DE HIGIENE).
CAPÍTULOS I AL XII
Art. 76 al 110.
- **TITULO CUARTO** (ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO).
CAPÍTULOS I AL VII
Art. 111 al 152.
- **TITULO QUINTO** (DE LA PROTECCIÓN DEL TRABAJO DE MENORES Y DE LAS MUJERES EN PERIODO DE GESTACIÓN Y DE LACTANCIA).
CAPÍTULOS I Y II
Art. 153 al 160
- **TITULO SEXTO** (DE LA VIGILANCIA INSPECCIÓN Y SANCIONES ADMINISTRATIVAS).
CAPITULOS I AL VII
Art. 161 al 168
- **ARTICULOS TRANSITORIOS.**

1.6 INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL (I.M.S.S).

El Seguro Social es el instrumento básico de la seguridad social que tiene como finalidad garantizar el derecho humano a la salud, la asistencia médica, la protección de los medios de subsistencia y los servicios sociales necesarios para el bienestar individual y colectivo.

CONTIENE:

TITULO SEGUNDO (DEL REGIMEN OBLIGATORIO DEL SEGURO
CAPÍTULOS I AL VIII SOCIAL)
Art. 11 al 223

Capítulo III Del Seguro de Riesgos de trabajo.

1.7 AUTORIDAD LABORAL.

SECRETARÍA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL

La Dirección General de Seguridad e Higiene en el Trabajo de la STPS, es responsable de generar e implementar Normas de Seguridad e Higiene en el Trabajo, y de promover las mejores condiciones en las que se realiza el mismo, con el propósito de garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores.

Tiene entre sus funciones las siguientes:

- Promover el mejoramiento de las condiciones físicas y ambientales en el lugar de trabajo.
- Establecer Normas sobre Medicina, Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Promover el establecimiento, registro y funcionamiento de las Comisiones de Seguridad e Higiene y proveer la capacitación y apoyo técnico a los miembros de estas Comisiones.
- Organizar y administrar cursos de capacitación para personal de nivel técnico medio en Medicina, Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Establecer un programa de asistencia técnica a los empleadores, para otorgarles apoyo técnico y asesoría.
- Impulsar la investigación en Medicina, Seguridad e Higiene en el Trabajo y Ergonomía.

Capítulo 2.

CAPÍTULO 2

NORMATIVIDAD.

2.1 ¿POR QUÉ SE NORMAN LAS ACTIVIDADES?.

Las actividades humanas, se desenvuelven tendiendo a alcanzar un propósito de forma individual ó colectiva, ya sea utilizando esfuerzos comunes o con intereses particulares bien definidos, esta situación puede originar conflictos en los grupos cuando los intereses son opuestos.

Dos recursos se tienen para la resolución de estos conflictos, motivados por el choque de los hombres en sociedad:

- a) La lucha entre las partes hasta el triunfo de alguna de ellas impuesto por la presión de una mayor fuerza.
- b) La imposición a los contendientes de un elemento superior que fije la conducta de cada uno y que canalice los intereses a discusión de forma adecuada.

Este elemento es la **NORMA**.

La fuerza precedió probablemente al derecho en las sociedades primitivas, y esta era utilizada por un hombre u hombres para imponerse a los demás. Fue necesario la creación de Normas de conducta para someter a la colectividad; tales Normas constituyeron el derecho.

Las Normas expresan sólo lo que debe de ser, su carácter obligatorio estriba en que el infringirla trae consigo una sanción o castigo que será impuesto por un poder organizado, cuidando que el derecho se observe.

* Este capítulo fue desarrollado tomando como referencia las notas del Taller de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, elaborado por la Subgerencia de Seguridad e Higiene, de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro.

2.2 COMO SE HACE UNA NORMA Y PUNTOS QUE DEBE CUMPLIR.

La Norma es un documento establecido por consenso y aprobado por un Organismo reconocido, que lo formula para un uso común y repetido para ciertas actividades con el fin de conseguir un grado óptimo de orden en un contexto dado.

Entenderemos entonces que las Normas son en estricto rigor la regla que impone deberes o confiere derechos.

Para formarse una Norma debe cumplir con ser: bilaterales, exteriores, coercible y heterónoma.

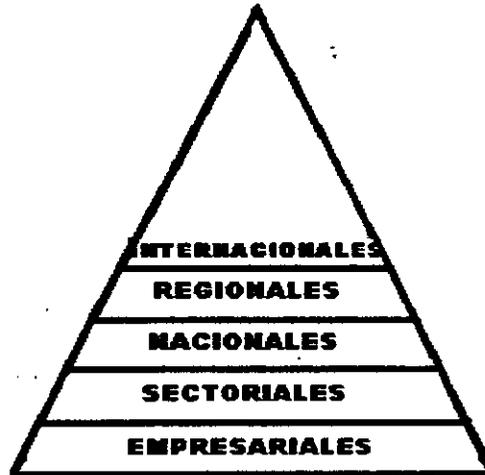
BILATERAL: Significa que es una obligación jurídica a cargo de una determinada persona, trae aparejado un derecho a favor de otro individuo para exigir el cumplimiento de la misma. Este carácter bilateral establece relaciones entre diversas personas.

EXTERIOR: Puesto que exigen una conducta fundamentalmente externa. Las Normas Jurídicas primordialmente sancionan las conductas observables de los individuos y secundariamente el aspecto íntimo o interno de las mismas.

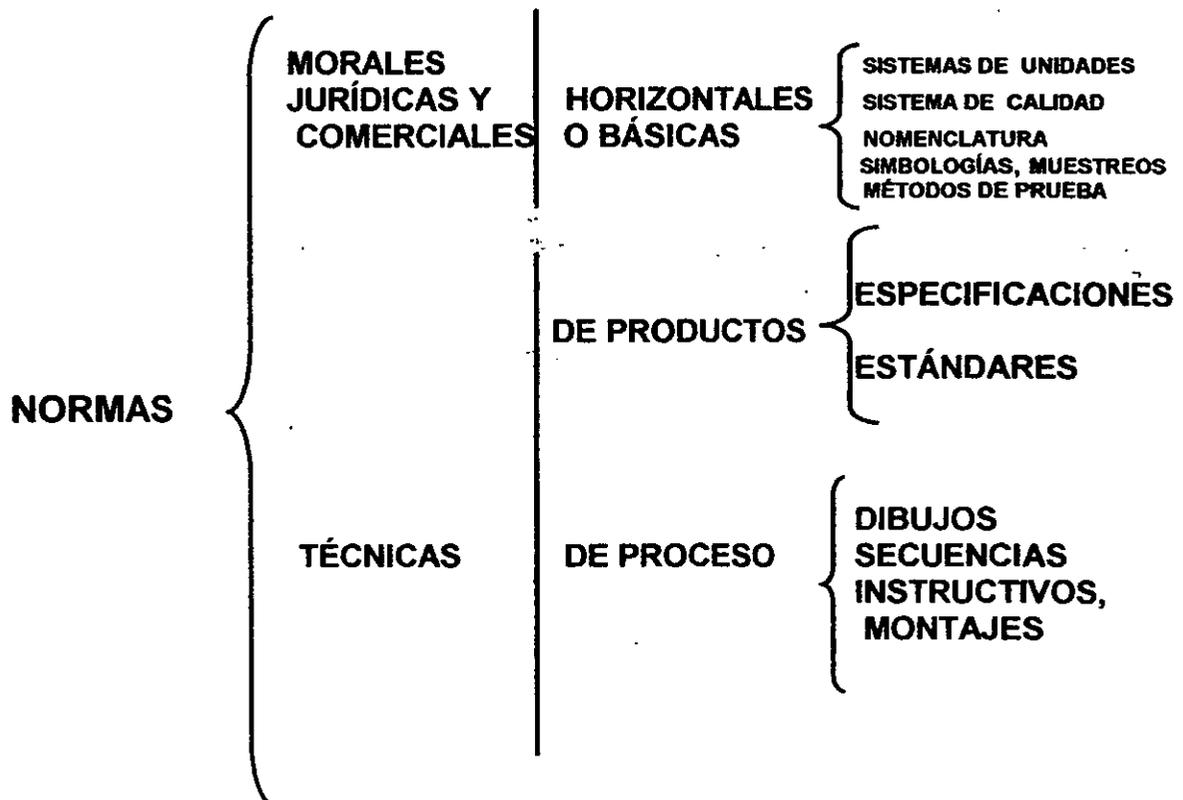
COERCIBLE: Se consideran coercibles ya que de no ser cumplidas de manera voluntaria por los obligados, el Estado puede exigir su cumplimiento incluso por la fuerza. (La coercibilidad es la posibilidad de la autoridad pública de recurrir a la violencia para hacer cumplir un deber jurídico).

HETERÓNOMA: Significa que el creador de las Normas pueden ser un ente distinto al destinatario de la misma y ésta es de observancia obligatoria aun cuando no sea reconocida por el destinatario. "La ignorancia de la ley no exime su cumplimiento".

LA NORMA TIENE DIFERENTES NIVELES



Y SE CLASIFICAN EN:



2.3 NORMAS REFERENTES A SEGURIDAD E HIGIENE

A quien rigen.

Los accidentes de trabajo comenzaron a multiplicarse hace unos 150 años con la Revolución Industrial. La introducción de la maquinaria en Inglaterra en el siglo XVIII seguida por su empleo creciente en Estados Unidos y otros países en el siglo XIX originó nuevos riesgos de tipo laboral.

El primer intento para modificar por medio de un estatuto, la ley común de la responsabilidad patronal se hizo en 1880 en Inglaterra, cuando el parlamento promulgó el "ACTA DE RESPONSABILIDAD DE LOS PATRONES", permitiendo que los representantes personales de un trabajador fallecido cobrasen por la muerte; causada ésta, aun por negligencia.

En 1883 se pone la primera piedra de la seguridad industrial moderna cuando en París se establece una empresa que asesora a los industriales, pero es hasta este siglo que el tema de la seguridad en el trabajo alcanza su máxima expresión al crearse la Asociación Internacional de Protección de los Trabajadores. En la actualidad la OIT, (Organización Internacional del Trabajo), constituye el Organismo Rector y guardián de los principios e inquietudes referentes a la seguridad del trabajador en todos los aspectos y niveles.

Hoy en México, la aplicación de las Normas de Trabajo competen en sus diferentes jurisdicciones a:

- I. La Secretaría del Trabajo y Previsión Social
- II. A las Secretarías de Hacienda y Crédito Público y de Educación Pública.
- III. A las autoridades de las Entidades Federativas, a sus Direcciones y Departamentos de Trabajo.
- IV. A la procuraduría de la Defensa del Trabajo.
- V. Al Servicio Nacional de Empleo, Capacitación y Adiestramiento.
- VI. A la inspección del Trabajo.
- VII. A la Comisión Nacional de Salarios Mínimos.
- VIII. A la Comisión Nacional para la participación de los Trabajadores en las utilidades de las Empresas.
- IX. A las Juntas Federales y Locales de Conciliación.

- X. A la junta Federal de Conciliación y Arbitraje.
- XI. A las Juntas Locales de Conciliación y Arbitraje.
- XII. Al Jurado de Responsabilidad.

(Ley Federal del Trabajo, Título once, Capítulo 1, Artículo 523).

2.4 ¿CUALES SON LAS LEYES MÁS IMPORTANTES Y DE QUE TRATAN?

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.

ARTÍCULO 123.

Fracción XV "el patrón esta obligado a observar, de acuerdo con la naturaleza de su negociación los preceptos legales sobre Higiene y Seguridad en las instalaciones de su establecimiento y adoptar las medidas adecuadas para prevenir accidentes en el uso de las máquinas, instrumentos y materiales de trabajo, así como organizando de tal manera éste, que resulte la mayor garantía para la salud y la vida de los trabajadores y el producto de su concepción cuando se trate de mujeres embarazadas. Las leyes contendrán al efecto las sanciones procedentes en cada caso".

LEY FEDERAL DEL TRABAJO.

- | | |
|----------------------------|--|
| ARTICULOS 47,51 | Causa de recesión de contrato imputables al patrón y al trabajador. |
| ARTICULOS 132, 134. | Obligaciones de los patrones y los trabajadores. |
| ARTICULOS 135. | Prohibición al trabajador para ejecutar cualquier acto que pueda poner en peligro su propia seguridad. |
| ARTICULOS 153-F. | Capacitación y Adiestramiento. |
| ARTICULOS 512-D. | Obligación de los patrones de modificar los establecimientos instalaciones o equipos. |
| ARTÍCULOS 992. | Sanciones a los patrones y trabajadores. |

Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.

Es de observancia general en todo el territorio nacional, tiene por objeto establecer las medidas necesarias de prevención de los accidentes y enfermedades de trabajo, tendiendo a lograr la prestación del trabajo en condiciones de seguridad, higiene y medio ambiente, adecuadas para los trabajadores, conforme a lo dispuesto en La Ley Federal del Trabajo y los tratados internacionales.

NORMAS OFICIALES DE LA SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL.

CONTENIDO DE LAS NORMAS STPS

La Secretaría del Trabajo y Previsión Social, es la encargada de coordinar la elaboración de la Normatividad en materia de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo; para conseguir este objetivo recurre a los especialistas en la materia, los que se encargan de efectuar las investigaciones necesarias para posteriormente enviar la Norma en cuestión para su autorización y publicación.

El contenido básico de estas Normas es:

- a) NUMERO Y TÍTULO DE LA NORMA.
- b) FUNDAMENTOS LEGALES.
- c) CONSIDERACIÓN.
- d) OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN.
- e) REFERENCIAS.
- f) CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.
- g) METODOLOGÍA DE MEDICIÓN.
- h) ANEXOS.
- i) BIBLIOGRAFÍA.
- j) TRANSITORIAS.

Capítulo 3.

CAPÍTULO 3

¿QUÉ ES LA ELECTRICIDAD?

Para poder responder a esta pregunta, primero debemos definir algunos conceptos y aspectos históricos, que nos van a permitir entender lo que es la electricidad, ya que el estudio de la electricidad no es un tema nuevo sino que data ya desde hace varios siglos atrás.

3.1 BREVE HISTORIA DE LA ELECTRICIDAD.

Los antiguos griegos ya sabían, hacia el año 600 A.C., que el ámbar, frotado con lana, adquiere la propiedad de atraer cuerpos ligeros. En la actualidad, al interpretar esta propiedad decimos que el ámbar está electrizado, que posee carga eléctrica, o bien que está cargado eléctricamente. Estos términos derivan de la palabra elektron, que significa ámbar.

A principios del siglo XVII, William Gilbert realizó un estudio minucioso de las consecuencias que se derivan de someter algunos cuerpos a frotamiento, dando el nombre de fenómenos eléctricos al conjunto de los hechos observados. El desarrollo de la ciencia en los siglos XVII y XVIII hizo revivir el interés por los fenómenos eléctricos. Otto Von Guericke, inventó en 1670 la primera máquina electrostática que estaba formada por una esfera de azufre que se frotaba con la mano al imprimirle un movimiento de rotación. En 1729, Stephen Gray, basándose en el hecho de que la electricidad se desplaza a lo largo de un cuerpo metálico mientras que se conserva en los cuerpos electrizados por frotación, introdujo la distinción fundamental entre conductores y no conductores (o aislantes). Guillaume Dufay distinguió por métodos empíricos (1733-1734) dos tipos de electricidad: la primera se obtenía frotando vidrio, cristal de roca, piedras preciosas, y otras sustancias, y fue llamada "electricidad vítrea"; la otra propia del ámbar, la goma y otros materiales, y la denominó "electricidad resinosa". Gray agregaba: "Estos dos tipos de electricidad tienen una característica peculiar: cada una de ellas se repele así misma y atrae a la otra: De este modo un cuerpo cargado de electricidad vítrea repele a todos los cuerpos que tienen electricidad vítrea y atrae aquellos que poseen electricidad resinosa. De forma similar, los resinosos rechazan a los resinosos y atraen a los vítreos. Poco después Benjamín Franklin introdujo la noción de electricidad positiva (correspondiente a la e. vítrea) y negativa (correspondiente a la e. resinosa).

* Este capítulo fue desarrollado tomando como referencia la serie de Electricidad Básica por Van Valkenburgh; Volumen No. 1.

En 1746, Muchenbroeck, dio a conocer un experimento, que permitió pocos años después, la fabricación de la botella de Leiden, el primer condensador, que popularizó en gran manera las experiencias con la electricidad. La invención de la pila de Volta y sus posteriores perfeccionamientos iniciaron los estudios sobre la corriente eléctrica y sus efectos físicos y químicos (Electrólisis y Electroquímica); la utilización de un generador capaz de producir suficiente corriente durante un tiempo relativamente prolongado permitió determinar qué tipo de efectos se producen entre conductores con corriente y entre conductores con corrientes e imanes (Electromagnetismo). La posibilidad de producir un campo magnético haciendo variar la intensidad de corriente que se desplaza a lo largo de un conductor y, recíprocamente, la posibilidad de provocar el paso de corriente por un conductor haciendo variar el campo magnético llevó, en la segunda mitad del siglo XIX a la invención del dinamo y de otros generadores de corriente, así como a la fabricación de motores eléctricos. A partir de entonces, de constituir una simple curiosidad científica, la electricidad pasó, en menos de un siglo, a ser un hecho de gran utilidad práctica, con lo que sus aplicaciones se multiplicaron rápidamente. En consecuencia el estudio de la electricidad se ha ampliado enormemente, subdividiéndose en distintos sectores (Electrostática, Electrodinámica, y Electromagnetismo), cada uno de los cuales comprende un conjunto de fenómenos que poseen características comunes.

3.2 TEORÍA ELECTRÓNICA.

Todos los efectos de la electricidad tienen lugar debido a la existencia de una diminuta partícula denominada "electrón". Como nadie ha visto realmente a un "electrón", sino sólo los efectos que produce, a las leyes que gobiernan este comportamiento se le llama "Teoría Electrónica". La Teoría Electrónica no sólo es la base para el diseño de todo equipo eléctrico y electrónico, sino que explica la acción fisicoquímica y ayuda a los científicos a sondear en la misma naturaleza del universo y de la vida.

El estudio de la electricidad se basará exclusivamente en la Teoría Electrónica. Esta teoría afirma que todos los efectos eléctricos y electrónicos obedecen al desplazamiento de electrones de un lugar a otro, o a que en un lugar determinado hay una cantidad pequeña de electrones. Este movimiento de electrones existe debido a que existe un exceso o falta de electrones en un sitio determinado.

3.3 CONSTITUCIÓN DE LA MATERIA.

Toda la materia está compuesta de átomos de muchos tamaños distintos y de diversas complejidades. Pero todos los átomos se parecen en que tienen un núcleo rodeado de electrones que se mueven alrededor de el núcleo y éste a su vez está formado por una agrupación de partículas, en las que se encuentran los protones y los neutrones.

Estas partículas subatómicas producen ciertos fenómenos debido a las siguientes propiedades físicas que poseen:

El protón es una partícula que tiene una masa aproximada de 1.672×10^{-24} gr y posee una carga eléctrica positiva.

El neutrón tiene una masa aproximadamente igual a la del protón, pero no tiene carga eléctrica, o en ocasiones se dice que está formado por dos cargas de diferente signo pero de igual magnitud, por lo que se neutralizan.

El electrón es una partícula que tiene una masa de aproximadamente de 9.11×10^{-28} gr., es decir, 1840 veces menor que la del protón y posee una carga eléctrica negativa de igual magnitud que la del protón ($e = - 1.6022 \times 10^{-19}$ C).

El núcleo y el número de electrones varía para cada uno de los elementos y un átomo en su estado normal es eléctricamente neutro. El elemento más sencillo, el hidrógeno, sólo tiene un electrón en órbita alrededor del núcleo, en tanto que algunos de los elementos más pesados, hechos por el hombre con los reactores atómicos pueden tener más de 100 en órbita alrededor del núcleo. Debido a que el electrón forma parte de un átomo, necesitará conocer algo acerca de la estructura atómica de la materia.

En la actualidad existen diferentes formas de explicar la constitución de un átomo, la propuesta por el físico danés Niels Bohr, produce una idea muy adecuada para explicar los fenómenos eléctricos (fig. 3.a).



Fig.3.a

ELEMENTOS.

Los elementos, son los materiales básicos que constituyen toda la materia. El oxígeno y el hidrógeno son elementos, lo mismo que el aluminio, el cobre, la plata, etc. Como se mencionó anteriormente existen más de 100 elementos conocidos, noventa y dos de los cuales son naturales y los demás son artificiales.

El átomo de un elemento puede tener uno o más electrones en sus capas, dependiendo de su complejidad, pero en caso de tener más de dos capas, la última se satura siempre con un máximo de ocho electrones; ésta última capa es la que fija las características físicas y químicas del elemento; todo átomo tiende a conservar su estado eléctrico neutro, pero por alguna causa externa se presentan condiciones por las que se altera el equilibrio eléctrico, el átomo siempre trata de llegar a un estado en el cual su última capa se satura por lo que los átomos que tienen menos de cuatro electrones en su última capa, los ceden con cierta facilidad, mientras que aquellos que tienen más de cuatro electrones, tratan de captar los faltantes para saturar su última capa.

Para saber cual es el número máximo de electrones en una capa se utiliza la siguiente ecuación:

$$Z = 2 n^2$$

Donde:

Z : Es el número máximo de electrones.

n : Es el número de orden de capa.

COMPUESTOS.

Los elementos se combinan para producir compuestos, cuyas características son totalmente distintas de las que tienen los elementos constitutivos, por lo que podemos observar que hay muchos más compuestos que elementos. El agua por ejemplo es un compuesto formado por dos elementos: hidrógeno y oxígeno (H₂O); la sal de mesa ordinaria está formada por los elementos: sodio y cloro (cloruro de sodio NaCl).

LA MOLÉCULA.

La molécula es la partícula más pequeña a que puede reducirse un compuesto, antes de que se descomponga en sus elementos, es decir, conservando íntegramente todas las propiedades del cuerpo del cual se separó.

Por ejemplo, si se tomara un gramo de sal de mesa y se le dividiera sucesivamente en dos hasta obtener el trozo más pequeño posible, seguiría siendo sal y éste último trozo sería una molécula de cloruro de sodio. Si nuevamente lográramos dividirla en dos, la sal se descompondría en sus elementos.

3.4 LEY DE LAS CARGAS ELÉCTRICAS O LEY DE COULOMB.

El científico francés Charles Coulomb, estudió las leyes que rigen las fuerzas de atracción y repulsión de dos cargas eléctricas puntuales en reposo. (Una carga puntual es la que tiene distribuida un cuerpo electrizado, cuyo tamaño es pequeño comparado con la distancia que lo separa del otro cuerpo cargado y con la magnitud de sus cargas. Por lo tanto, toda la carga del cuerpo se encuentra reunida en su centro). Para ello, en 1777 inventó la balanza de torsión, con la cual observó que a mayor distancia entre dos cuerpos cargados eléctricamente, menor es la fuerza de atracción o repulsión. Pero la fuerza no se reduce en igual proporción al incremento de la distancia, sino al cuadrado de la misma.

De acuerdo con sus observaciones, Coulomb estableció: la fuerza F de atracción o repulsión entre dos cargas puntuales, es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia "r" que la separa. Notó además que la fuerza eléctrica entre dos cargas puntuales es directamente proporcional al producto de sus cargas, esto es:

$$F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Y podemos eliminar el signo de proporcionalidad \propto por un signo de igual e incluimos una constante de proporcionalidad que simplemente pudiera ser K .

Entonces:

$$F = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

K en ocasiones se escribe como:

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

Por lo que nuestra ecuación original quedará como:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Donde:

F: Es la magnitud de la fuerza.

ϵ_0 : Es la constante de permitividad en el vacío ($\epsilon_0 = 8.85418 \times 10^{-12}$ [C²/Nm²]).

La magnitud de la fuerza entre las cargas eléctricas, depende del medio en que se encuentren, así por ejemplo: la fuerza entre cargas sumergidas en aceite, son tres veces menores, que las que se producen cuando están en el aire o en el vacío.

ORBITAS ELECTRÓNICAS.

Según se ha visto, la electricidad se produce cuando los electrones salen de sus átomos. Para entender los distintos métodos usados para lograrlo, se necesita saber algo más acerca de la naturaleza de las diferentes órbitas electrónicas que rodean al núcleo de un átomo.

Los electrones giran en sus órbitas a gran velocidad y la fuerza centrífuga tiende a sacar al electrón de su órbita. Por otra parte la atracción positiva del núcleo impide que se escape el electrón, sin embargo, si se aplica suficiente fuerza externa para ayudar a la fuerza centrífuga puede liberarse el electrón.

CAPAS ORBITALES.

Los electrones que giran cerca del núcleo son difíciles de liberar debido a su proximidad a la fuerza positiva que los sujeta. Cuanto más lejos se encuentren los electrones del núcleo más débil será la fuerza que los atrae.

Como ya se ha notado, en algunos diagramas, mientras más electrones tiene un átomo, mayor será el número de sus órbitas.

Las trayectorias orbitales comúnmente se llaman capas.

Los átomos de todos los elementos conocidos pueden tener hasta siete capas. La tabla periódica contiene 103 elementos y en ella se indica el número de electrones que contiene cada capa para cada uno de los elementos existentes.

CAPACIDAD DE LAS CAPAS.

Si se analiza la tabla periódica de los elementos, se notará que cada capa únicamente puede alojar cierto número de electrones. La capa más cercana al núcleo (primera capa), puede contener no más de dos electrones; la segunda no más de ocho electrones, la tercera no más de 18, la cuarta no más de 32 electrones, etc.

Si se observa nuevamente la tabla de elementos, se verá que hasta el número atómico 10, el número de electrones en la segunda capa va aumentando hasta 8. Puesto que éste es el límite de la segunda capa, tiene que iniciarse una tercera. Desde el número atómico 11 hasta el 18, la tercera capa, la tercera capa llega a su máximo de 18. Como ya se ha mencionado anteriormente para saber cual es el número máximo de electrones que puede alojar una capa, se usará la fórmula:

$$Z = 2n^2$$

3.5 ENERGÍA DEL ELECTRÓN.

Aunque todo electrón tiene la misma carga negativa, no todos los electrones tienen el mismo nivel de energía. Los electrones cuya órbita está próxima al núcleo contienen menos energía que los que se encuentran en órbitas externas.

Cuanto más lejanas estén las orbitas del núcleo, mayor será su energía. Si se añade suficiente energía a un electrón, saldrá de su órbita, hacia la órbita de inmediato orden superior, y si se aplica suficiente energía a un electrón de valencia, el electrón se desligará de su átomo, ya que no existe una órbita inmediata superior.

3.6 ¿CUANDO SE PRODUCE ELECTRICIDAD?.

La electricidad se produce cuando los electrones se liberan de sus átomos. Puesto que los electrones de valencia son los más alejados de la fuerza de atracción al núcleo y además tienen el nivel de energía más alto, son los que pueden liberarse fácilmente. Cuando se aplica suficiente fuerza o energía a un átomo, los electrones de valencia se liberan, sin embargo, la energía suministrada a una capa de valencia se distribuye entre los electrones de dicha capa. Por lo tanto, para determinada cantidad de energía mientras más electrones de valencia haya, menor será la energía que tendrá cada electrón.

MATERIALES CONDUCTORES.

Los materiales cuyos electrones se liberan fácilmente se llaman conductores. Los átomos de estos materiales tienen sólo uno o dos electrones de valencia. Los que tienen sólo un electrón de valencia, son los mejores conductores eléctricos, si se observa con cuidado la tabla de los elementos se podrá determinar cuáles son éstos materiales ya que todos ellos tienen un electrón en su última capa. La mayor parte de los metales son buenos conductores como son: el cobre, la plata, el oro, entre otros.

MATERIALES AISLANTES.

Los materiales aislantes son los que no dejan que sus electrones se liberen fácilmente.

Los átomos de estos materiales tienen capas de valencia que están llenas de 8 electrones o bien, que estén llenas a más de la mitad. Cualquier energía que se aplique a uno de éstos átomos se distribuirá entre un número relativamente grande de electrones, además, éstos átomos se resisten a desprenderse de sus electrones debido a un fenómeno que se conoce como estabilidad química.

Algunos ejemplos de los materiales aislantes son: la madera, el vidrio, el caucho, la cerámica, las resinas y los plásticos.

Cabe mencionar que no existen materiales cien por ciento aislantes ya que en realidad, todos los materiales son conductores de la electricidad, pero como unos son mucho más aislantes que otros se puede hacer esta distinción.

ELECTRIZACIÓN DE LOS CUERPOS.

Los cuerpos se electrizan cuando adquieren o ceden electrones, es decir, cuando los átomos de un cuerpo han ganado electrones, el cuerpo se ha cargado negativamente, ya que hay mayor número de electrones que de protones en los átomos, y los átomos se han convertido en lo que se denomina iones negativos, por el contrario, cuando los átomos de un cuerpo ceden electrones, el cuerpo se ha cargado positivamente puesto que hay un mayor número de protones que de electrones en los átomos del cuerpo, y a éstos se les llama iones positivos. Los cuerpos se pueden electrizar por:

- a) **FRICCIÓN (frotamiento):** Esto quiere decir que determinados elementos eléctricamente neutros al frotarse pueden quedar cargados en forma positiva o negativa. Algunos materiales que producen electricidad estática fácilmente son el vidrio, el ámbar, la franela, la seda y la baquelita. Por ejemplo, frotando una varilla de vidrio con seda, la varilla pierde electrones y se carga positivamente, mientras que la seda adquiere electrones y se carga negativamente.
- b) **CONTACTO:** Al acercar un cuerpo cargado negativa o positivamente y ponerlo en contacto con un cuerpo neutro, este atraerá las cargas contrarias del cuerpo cargado, quedando así también.
- c) **INDUCCIÓN:** Hemos visto qué sucede cuándo se toca una barra de metal con una varilla cargada positivamente, parte de la carga de la varilla se transmite y la barra adquiere carga. Ahora en vez de tocar la barra con la varilla, aproximamos la varilla cargada positivamente a la barra sin tocarla, en este caso los electrones de la barra estarán al punto más próximo con respecto a la varilla, ocasionando una carga negativa en ese punto, otra vez en la parte opuesta de la barra faltarán electrones y aparecerá carga positiva, tendremos entonces tres cargas, la carga positiva de la varilla, la carga negativa de la

barra en el punto más cercano a la varilla y una carga positiva en la porción de la barra más alejada de la varilla, haciendo entrar los electrones de otra fuente en el extremo positivo de la barra, se impartirá a la barra una carga negativa.

FUENTES DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

Algunas de las formas de energía que se utilizan para producir la energía eléctrica son:

1. **QUIMICA:** En 1789, Alejandro Volta, realizó una serie de experimentos y observó que si se colocaban dos tiras de metales diferentes en una solución ácida, aparecía una fuerza electromotriz entre los dos metales y determinó que eran los metales diferentes quienes producían la corriente o la diferencia de potencial, causante del movimiento de los electrones construyendo así su pila voltaica, precursora de las actuales. Las pilas galvánicas se dividen en dos clases:
 - a) **Primarias:** Estas producen corriente eléctrica mediante una reacción electroquímica no reversible de manera eficiente, por lo que, una vez que se descarga no se puede recargar con eficiencia con sólo suministrarle corriente. La energía suele suministrarle el consumo del ánodo (-), que frecuentemente es zinc, y que se disuelve y debe sustituirse para renovar el elemento.
 - b) **SECUNDARIAS O ACUMULADORES:** Estas utilizan el principio de la pila voltaica o pila húmeda básica. Cuando en un recipiente de cristal se mezcla ácido sulfúrico con agua (para formar un electrolito), el ácido sulfúrico se separa en componentes químicos de hidrógeno y sulfato debido a la naturaleza de la acción química, los átomos de hidrógeno son iones positivos y los átomos del sulfato son iones negativos. El número de cargas positivas y negativas son iguales, de manera que toda solución tiene carga neta nula. Luego cuando se introducen en la solución barras de cobre y zinc, éstas reaccionan con dicha solución. El zinc se combina con los átomos de sulfato, y puesto que estos átomos son negativos, la barra de zinc transmite iones de zinc positivos, los electrones procedentes de los iones de zinc quedan en la masa de zinc, de manera que la barra de zinc tiene un exceso de electrones, o sea una carga negativa. Los iones de zinc se combinan con los iones de sulfato y los neutraliza de manera que ahora la solución tiene más cargas positivas. Los iones positivos de hidrógeno atraen a los electrones libres de la barra de cobre para neutralizar nuevamente la solución; ahora la barra de cobre tiene una diferencia de electrones por lo que se presenta una carga positiva.
2. **CALORÍFICA:** En 1822, Tomas J. Seebeck, mientras investigaba el fenómeno descubierto por Volta, encontró que si se unían por un extremo dos tiras de metales diferentes y se calentaba ésta unión, aparecía una pequeña tensión entre los extremos desunidos de las tiras y la magnitud de ésta tensión

depende directamente de la diferencia de temperatura entre los extremos calientes y fríos de la tira. Este método para convertir directamente la energía térmica en energía eléctrica se le conoce como efecto de Seebeck o termoeléctrico.

3. **LUMINOSA:** En el año de 1887 J. Thomson, descubrió que la luz ultravioleta que incide sobre una superficie metálica lo hace emitir electrones, la emisión de electrones bajo el impacto de la energía luminosa, se llama emisión fotoeléctrica. Cuanto más intensa sea la luz el metal expuesto emite más electrones. La luz en sí misma es una forma de energía y muchos científicos la consideran formada de pequeños "paquetes" de energía llamados fotones. Cuando los fotones de un rayo luminoso inciden sobre un material liberan su energía.

4. **MAGNÉTICA:** El método más común para producir la electricidad que se utiliza como corriente eléctrica es el que emplea el magnetismo, la fuente de electricidad tiene que ser capaz de mantener una carga grande. En 1831, Michel Faraday, descubrió que una variación de imantación provocada por el desplazamiento o movimiento de un campo magnético dentro de una espira (conductor eléctrico) o viceversa, origina en la espira una corriente eléctrica; este es el principio del generador elemental. Toda la corriente eléctrica que se utiliza, excepto para equipos de emergencia y portátiles, proviene originalmente de un generador, puede ser accionado por una fuerza hidráulica, una turbina de vapor o un motor de combustión interna. No importa la manera en que se haga funcionar el generador, la corriente eléctrica que produce el resultado de la acción entre los alambres conductores y los imanes que están dentro de ella. Todos conocemos los imanes y habremos observado que, en algunos casos, estos se atraen y en otros casos se repelen. La razón es que los imanes tienen campos de fuerza que actúan uno sobre otro recíprocamente. La fuerza de un campo magnético también se puede usar para desplazar electrones. Aprovechando este fenómeno, un generador produce electricidad. Cuando un buen conductor, por ejemplo el cobre, se hace pasar por el campo magnético, la fuerza del campo suministrará la energía necesaria para que sus átomos de cobre liberen sus electrones de valencia. Todos los electrones se moverán en cierta dirección, dependiendo de la forma en que el conductor cruce el campo magnético, el mismo efecto se produce si se hace pasar el campo a lo largo del conductor. El único requisito es que haya un movimiento relativo entre cualquier conductor y un campo magnético. El movimiento entre el campo magnético y los conductores normalmente en la práctica se hace por medio de turbinas acopladas al generador. Estas turbinas pueden ser movidas por caídas de agua, vapor, aire, etc.

3.7. CORRIENTE ELÉCTRICA.

Se llama corriente eléctrica al movimiento de una carga eléctrica de un punto a otro, cualquiera que sea la forma en que se produzca éste movimiento.

Ahora bien, al comparar dos corrientes de líquido se dice que tiene mayor caudal la que transporta mayor número de metros cúbicos por segundo. Análogamente, de dos corrientes eléctricas se dice que una corriente es más intensa cuanto mayor es el número de cargas eléctricas que en un tiempo dado pasan por la sección transversal de un conductor.

Conocemos por medio de la teoría electrónica que todos los compuestos están formados por moléculas, y éstas a su vez en átomos, y los átomos se componen de neutrones, protones y electrones, pero nos interesan los electrones de la última órbita de dichos átomos, que se conocen con el nombre de electrones libres, que son los que se caracterizan por la unión entre átomos, ya que de no estar unidos los átomos, los elementos se desintegrarían, y no existirían en su forma elemental.

Existen diferentes formas y tipos de uniones, que determinan que existan gases, líquidos y sólidos, por ello existen materiales duros.

Para producir una corriente eléctrica, los electrones libres en el conductor de cobre deben moverse en la misma dirección, y no al azar. Esto se puede hacer aplicando cargas eléctricas en cada extremo del alambre, una carga negativa en un extremo y una positiva en el otro. Puesto que estos electrones son negativos, la carga negativa los repele y la carga positiva los atrae. Debido a ello, no pueden pasar a aquellas órbitas que los harían moverse contra las cargas eléctricas. En cambio, se desplazan contra las cargas positivas, de órbita en órbita, haciendo que se produzca una corriente eléctrica en esa dirección.

El electrón libre es repelido por la carga negativa y atraído por la carga positiva. Según la teoría electrónica, el flujo de corriente, siempre se produce desde una carga negativa hacia una positiva. Así, si un conductor, está conectado entre las terminales de una batería, la corriente pasará desde la terminal negativa hacia la terminal positiva. Antes de concebirse la teoría electrónica de la materia, ya se utilizaba la electricidad para producir luz y accionar motores, pero si bien se aplicaba la electricidad, nadie sabía como ni por que funcionaba. Se creía que en el conductor había algo que se desplazaba. Esta concepción del flujo de corriente se denomina flujo de corriente convencional.

FUERZA ELECTROMOTRIZ (f.e.m.)

Como se sabe el flujo de corriente siempre se produce cuando la mayor parte del movimiento de electrones se realiza en una sola dirección, este movimiento se hace desde una carga negativa a una positiva, y solo se produce cuando existe diferencia de carga.

Para crear la carga es necesario mover los electrones, las fuentes de electricidad suministran la energía necesaria para realizar el trabajo que significa mover los electrones para formar una carga, el trabajo se convierte en energía eléctrica una vez producida la carga, es decir, la cantidad de energía eléctrica que posee la carga es idéntica a la cantidad de energía que la fuente tuvo que desarrollar para producir dicha carga.

Cuando la corriente circula, la energía eléctrica de las cargas se utiliza para mover electrones desde cargas menos positivas a cargas más positivas. Esta energía eléctrica se denomina fuerza electromotriz (f.e.m.) y es la fuerza que da lugar al flujo de corriente o que hace mover a los electrones.

3.8. TENSIÓN O DIFERENCIA DE POTENCIAL.

La energía potencial de una carga es igual a la cantidad de trabajo que se ha realizado para crear la carga, la unidad que se emplea para medir este trabajo es el Volt.

El voltaje o diferencia de potencial, existe entre dos cargas que no son exactamente iguales. Incluso un cuerpo descargado posee una diferencia de potencial con respecto a un cuerpo cargado, es positivo con respecto a una carga negativa y negativo con respecto a una carga positiva.

En las terminales de una batería o generador eléctrico existen cargas opuestas causadas por la acción química en el caso de las baterías, a medida que la corriente pasa de la terminal negativa a la terminal positiva la acción química mantiene las cargas en su nivel original. En el caso del generador al desplazarse un conductor a través de un campo magnético, se mantiene una carga constante en cada una de las terminales del generador eléctrico.

El voltaje entre las terminales de la batería y del generador es constante y las cargas de dichas terminales jamás se igualan una con otra mientras la acción química prosiga en la batería y mientras el conductor en el generador siga desplazándose a través del campo magnético.

Siempre que dos puntos con carga desigual estén conectados, hay flujo de corriente desde la carga más negativa hasta la más positiva, cuanto más grande sea la carga electromotriz o voltaje entre las cargas mayor será el flujo de corriente

Capítulo 4.

CAPÍTULO 4

RIESGO ELÉCTRICO Y PREVENCIÓN EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

4.1 RIESGO ELECTRICO

El estudio de los peligros, y la prevención de accidentes eléctricos exige la comprensión de varios conceptos técnicos y médicos.

Un choque eléctrico es el efecto fisiopatológico resultante del paso de una corriente eléctrica externa a través del cuerpo.

De los individuos (vivos o fallecidos) que han experimentado descargas eléctricas se dice que han sufrido electrización; el término electrocución debe reservarse para casos seguidos de muerte. Los alcances de los rayos son sacudidas eléctricas mortales a consecuencia de los rayos.

Aproximadamente la mitad de los accidentes eléctricos tienen un origen profesional, mientras que la otra mitad ocurre en casa y en actividades de ocio. En Francia, la media de fallecimientos entre 1998 y 1991 fue de 151 por año, según cifras del Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (INSERM).

ESTIMACIONES DE LA TASA DE ELECTROCUCION, 1998.

| PAIS | Electrocuciones por millón de habitantes | Total de muertes |
|----------------|--|------------------|
| Estados Unidos | 2,9 | 714 |
| Francia | 2,0 | 115 |
| Alemania | 1,6 | 99 |
| Austria | 0,9 | 11 |
| Japón | 0,9 | 112 |
| Suecia | 0,6 | 13 |

* Este capítulo fue desarrollado tomando como referencia la Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo, capítulo 40 Electricidad (O. I. T.).

Según la National Fire Protection Association (Massachusetts, EE UU), estas estadísticas son más representativas para una recopilación general de datos y de requisitos de informes legales que de un ambiente más peligroso. Las estadísticas de EE UU incluyen el fallecimiento por exposición a sistemas de transporte de electricidad y electrocuciones originadas por productos de consumo.

En 1988, los productos de consumo causaron 290 fallecimientos (1,2 muertes por millón de habitantes); en 1993 la tasa de fallecimientos por electrocución debida a todas las causas descendió a 550 (2,1 muertes por millón de habitantes); el 38% de ellas estuvo relacionada con productos de consumo (0,8 muertes por millón de habitantes).

Base física y fisiológica de la electrización

Los especialistas en electricidad dividen los contactos eléctricos en dos grupos: directos, que implican el contacto con componentes activos, e indirectos, en los que los contactos tienen derivación a tierra.

Desde el punto de vista médico, el camino que recorre la corriente a través del cuerpo es el determinante clave del pronóstico y la terapéutica. Por ejemplo, el contacto bipolar de la boca de un niño con la clavija de un cordón de extensión origina quemaduras muy graves en la boca, pero no la muerte si el niño está bien aislado del suelo.

En espacios de trabajo donde es común que existan altas tensiones, también es posible que salte un arco eléctrico entre un componente activo que se encuentra a alta tensión y los trabajadores que se acercan demasiado al componente. Las situaciones específicas del trabajo influyen también en las consecuencias de los accidentes eléctricos: por ejemplo los trabajadores pueden caerse o no actuar como es debido al ser sorprendidos por una sacudida eléctrica, por lo demás relativamente inofensiva.

Todas las tensiones presentes en los lugares de trabajo son susceptibles de provocar accidentes. Cada sector industrial tiene su propio conjunto de condiciones capaz de originar contacto directo, indirecto, por arco o inducido y, en último término accidentes. Desde luego, no es posible abarcar en éste capítulo todas las actividades humanas relacionadas con la electricidad, pero conviene recordar los principales tipos de trabajo eléctrico que se describen en el capítulo sobre prevención:

- 1.- Actividades que implican trabajar con cables activos (la aplicación de procedimientos extremadamente rigurosos ha conseguido reducir el número de electrificaciones durante este tipo de trabajo).
- 2.- Actividades que implican trabajar con cables desactivados.

3.- Actividades realizadas con la proximidad de cables activos (estas actividades exigen la máxima atención, puesto que a menudo son ejecutadas por personas que no son electricistas).

En la ley de Joule para corriente continua:

$$W = V \cdot I \cdot t = RI^2t$$

(el calor producido por una corriente eléctrica es proporcional a la resistencia y al cuadrado de la corriente) todas las variables guardan una estrecha relación entre si. Si se tratara de una corriente alterna también es preciso tener en cuenta el efecto de la frecuencia.

Los organismos vivos son conductores eléctricos. La electrización tiene lugar cuando hay una diferencia de potencial entre dos puntos del organismo. Es importante subrayar que el peligro de accidentes eléctricos no surge del mero contacto con un conductor activo, sino del contacto simultáneo con un conductor activo y otro cuerpo a potencial diferente.

Los tejidos y órganos que recorre la corriente pueden experimentar una excitación funcional motora que en algunos casos es irreversible, o bien sufrir lesión temporal o permanente, en general a consecuencia de quemaduras. El grado de éstas lesiones está en función de la energía liberada o de la cantidad de electricidad que atraviesa los tejidos. Así pues, el tiempo de paso de la corriente eléctrica es crítico para determinar la gravedad de la lesión. A altas tensiones (>1,000 V), la muerte se debe casi siempre a la extensión de las quemaduras. A tensiones más bajas, la muerte está en función de la cantidad de electricidad ($Q = I \cdot t$), que llega al corazón, determinada por el tipo, el emplazamiento y el área de los puntos de contacto.

Causas de muerte en accidentes eléctricos en la industria.

En casos raros, la causa de la muerte es la asfixia, debido al tétanos prolongado del diafragma, a la inhibición de los centros respiratorios en casos de contacto con la cabeza o a densidades de corrientes muy altas, por ejemplo, a consecuencia de un alcance de rayo. Si se presta ayuda en los tres minutos siguientes, se puede reanimar a la víctima con unas bocanadas de respiración artificial boca a boca.

Por el contrario, la principal causa de muerte sigue siendo el colapso de la circulación periférica que sigue a la fibrilación ventricular. Aparece siempre que no se aplique masaje cardíaco al mismo tiempo que la respiración boca a boca.

Todos los electricistas deberían saber cómo hacerlo, y continuar haciéndolo hasta la llegada de la asistencia médica urgente, que casi siempre tarda más de tres minutos.

4.2 PAPEL DE LOS DIVERSOS PARÁMETROS ELÉCTRICOS

Cada uno de los parámetros eléctricos (corriente, tensión, resistencia, tiempo, frecuencia) y la forma de onda son determinantes importantes de las posibles lesiones, por sí mismos y en virtud de su interacción.

Para la corriente alterna, así como para otras condiciones antes definidas, se han establecido umbrales de corriente. La intensidad de corriente durante la electrización se desconoce, puesto que está en función de la resistencia del tejido en el momento del contacto ($I=V/R$), pero por lo general es perceptible a niveles que están alrededor de 1 mA. A corrientes relativamente bajas la persona puede sufrir contracciones musculares que le impidan apartarse de un objeto activado. El umbral de esta corriente está en función del área de contacto, de la presión de contacto y de variaciones individuales. En la práctica, todos los hombres y casi todas las mujeres y niños pueden apartarse de corrientes de hasta 6 mA. Con 10 mA, se ha observado que el 98.5% de los hombres, el 60% de mujeres y el 7.5% de los niños se aparta. Con 20 mA sólo el 7.5% de los hombres y ninguna mujer o niño se sueltan. Y la cifra se reduce a cero en todos los casos con 30 mA o más.

Corrientes de unos 25 mA pueden provocar la tetanización del diafragma, el músculo respiratorio más potente. Si el contacto se mantiene durante tres minutos, sobreviene también el paro cardíaco.

Hay peligro de fibrilación ventricular a niveles situados en torno a 45 mA, con una probabilidad en adultos del 5 % tras un contacto de 5 segundos.

Si el V,R, y la frecuencia son constantes, los umbrales de corriente dependen también de la forma de onda, de la especie animal, de la dirección de corriente en el corazón y de factores individuales.

En general se conoce la tensión que intervienen en los accidentes. La fibrilación ventricular y la gravedad de las quemaduras son directamente proporcionales a la tensión puesto que:

$$V = R I$$
$$W = V I t$$

Las quemaduras debidas a una sacudida eléctrica de alta tensión van asociadas a muchas complicaciones, que sólo son predecibles en algunos casos. Por consiguiente, las víctimas de estos accidentes han de ser atendidas por especialistas bien informados.

En caso de contacto indirecto, se a de tener en cuenta la tensión de contacto. La tensión de contacto es la tensión a la cual una persona queda sometida cuando toca al mismo tiempo dos conductores entre los cuales existe una tensión

diferencial debida a un aislamiento defectuoso. La intensidad de la corriente de paso resultante depende de las resistencias del cuerpo humano y del circuito exterior. No se debe permitir que esta corriente llegue a ser superior a los niveles de seguridad. La tensión de contacto máxima tolerable por tiempo indefinido sin que induzca efectos electropatológicos se denomina límite de tensión convencional o, con una expresión más intuitiva, tensión de seguridad.

La frecuencia de la señal eléctrica responsable de los accidentes eléctricos es conocida de todos. En Europa, es casi siempre de 50 (Hz), y en América es por lo general de 60 (Hz). En casos raros relacionados con los ferrocarriles en países como Alemania, Australia y Suiza, es de $16 \frac{2}{3}$ (Hz), frecuencia que en teoría representa un riesgo mayor de tetanización y de fibrilación ventricular. Debe recordarse que la fibrilación no es una reacción muscular, sino que es provocada por estimulación repetitiva, con una sensibilidad máxima a la frecuencia aproximada de 10 (Hz). Por esto es por lo que, para una tensión dada, la corriente alterna de frecuencia extremadamente baja, se considera que es de tres a cinco veces más peligrosa que la corriente continua en relación con los efectos que no sean quemaduras.

La forma de onda de la señal eléctrica responsable de un accidente eléctrico suele ser conocida. Puede ser un determinante importante de lesión en accidentes sobrevenidos por el contacto de capacitores o semiconductores.

Estudio clínico de la descarga eléctrica

Es clásica la división de las electrificaciones entre incidentes de baja tensión (de 50 a 1,000 V) y de alta tensión (>1,000 V).

La baja tensión es un peligro cotidiano, desde luego omnipresente, y las descargas originadas por ella se encuentran en entornos domésticos, de ocio, agrícolas y hospitalarios, así como en los industriales.

Cuando se presenta un accidente eléctrico grave, es importante iniciar con rapidez un tratamiento bien definido, puesto que se sabe desde hace algún tiempo que este estado clínico nunca conduce a la muerte real. El pronóstico en estos casos de descarga eléctrica (en los cuales es posible la recuperación total) depende de la rapidez y calidad de los primeros auxilios. La estadística demuestra que lo más probable es que éstos sean administrados por personal no médico y, por lo tanto, se recomienda proporcionar formación a todos los electricistas para que puedan realizar las acciones básicas que garanticen la supervivencia. En casos de muerte aparente tiene que darse prioridad al tratamiento.

Los accidentes derivados de altas tensiones dan lugar a quemaduras importantes, aparte de los efectos descritos en los accidentes de baja tensión. La conversión de la energía eléctrica en calor ocurre en la piel y en los órganos internos y externos. En un estudio de accidentes eléctricos realizado en Francia por el departamento

médico de la empresa suministradora de energía EDF-GDF, casi el 80% de la víctimas sufrieron quemaduras, que se clasifican en cuatro grupos:

1. Quemaduras de arco, que suelen afectar a la piel expuesta y que en algunos casos se complica con quemaduras debidas a ropa ardiendo.
2. Quemaduras electrotérmicas múltiples, extensas y profundas, originadas por contactos de alta tensión.
3. Quemaduras clásicas, provocadas por ropa ardiendo y por la proyección de material en llamas.
4. Quemaduras mixtas, provocadas por arcos, incendio y paso de corriente.

Si el camino de la corriente es tal que el corazón es atravesado por una corriente significativa, aparecerán complicaciones cardiovasculares.

Cuadros clínicos y problemas diagnósticos

El cuadro clínico de la descarga eléctrica es complicado por la variedad de aplicaciones industriales de la electricidad y por sus cada vez más frecuentes y variadas aplicaciones médicas. Ahora bien, durante mucho tiempo los únicos accidentes eléctricos fueron provocados por descargas atmosféricas. Las descargas atmosféricas acumulan cantidades de electricidad muy notables: una de cada tres víctimas de descargas atmosféricas muere. Los efectos de una descarga atmosférica – quemaduras y muerte aparente – son comparables a los resultantes de la electricidad industrial y son atribuibles a descarga eléctrica, a transformación de energía eléctrica en calor, a efectos de estallido y a las propiedades eléctricas del rayo.

Las descargas atmosféricas son tres veces más frecuentes en hombres que en mujeres, lo cual refleja pautas de trabajo con distintos riesgos de exposición al rayo.

Para concluir con esta sección nos gustaría debatir el caso especial de la descarga eléctrica en mujeres embarazadas, que puede provocar la muerte de la mujer, del feto o de ambos. En un caso particular, un feto vivo fue liberado con éxito mediante un corte de cesárea 15 minutos después de que su madre hubiera muerto por electrocución a 220 V.

La aparición de accidentes eléctricos tan raros como esté son un motivo más para exigir notificación de todos los casos de lesiones ocasionados por la electricidad.

Diagnostico positivo y médico - legal.

Las circunstancias en las cuales ocurre la descarga eléctrica son por lo general lo bastante claras para permitir un diagnostico etiológico inequívoco. Pero no siempre es éste el caso, incluso en entornos industriales.

El diagnóstico de fallo circulatorio tras la descarga eléctrica es de extraordinaria importancia, puesto que exige que haya personas en las cercanías que inicien los primeros auxilios inmediatos y básicos una vez que se haya cortado la corriente.

El paro respiratorio en ausencia de pulso es una indicación absoluta para comenzar el masaje cardiaco y la respiración artificial boca a boca. Antes, estas medidas sólo se tomaban cuando aparecía midriasis (dilatación de las pupilas), signo de lesión cerebral aguda. Pero la práctica actual es intervenir tan pronto el pulso deje de ser detectable.

Como la pérdida de conciencia debida a la fibrilación ventricular tarda varios segundos en presentarse, las víctimas tienen tiempo de apartarse del equipo que ha originado el accidente. Es un asunto con cierta importancia médico – legal: por ejemplo, cuando la víctima de un accidente se encuentra a varios metros de un armario eléctrico u otra fuente de tensión sin signos de lesión eléctrica.

Aunque por fortuna el suicidio por medios eléctricos es raro en la industria, las muertes en las que la negligencia es un factor propiciatorio siguen siendo una triste realidad. Suele suceder sobre todo en emplazamientos no normalizados, en especial los que incluyen la instalación y operación de suministros eléctricos provisionales en condiciones exigentes.

No hay motivo para que sigan ocurriendo accidentes eléctricos, puesto que se dispone de medidas preventivas eficaces, que se describen en el capítulo de "Prevención y Normas".

4.3 ELECTRICIDAD ESTÁTICA

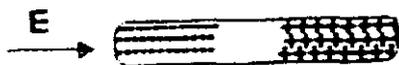
Todos los materiales difieren en el grado en que permiten el paso de cargas eléctricas. Los materiales conductores permiten el paso de cargas, mientras que los aislantes obstaculizan su movimiento. La electrostática es el campo de la ciencia dedicado a estudiar las cargas o los cuerpos cargados en reposo. Se tiene electricidad estática cuando en los objetos se forman cargas eléctricas que no se desplazan. Si las cargas circulan, se establece una corriente y la electricidad ya no es estática. Electrización estática es el término utilizado para designar cualquier proceso que dé por resultado la separación de cargas eléctricas positivas y negativas. La conducción se mide con una propiedad denominada conductancia, mientras que un aislante se caracteriza por su resistividad. La separación de cargas que conduce a la electrización es resultado de procesos mecánicos: por ejemplo, el contacto entre objetos, la fricción o la colisión de dos superficies. Puede tratarse de dos superficies sólidas o una sólida y otra líquida. Es más raro que el proceso mecánico sea la ruptura o separación de superficies sólidas o líquidas. En el presente trabajo nos ocuparemos únicamente del contacto y la fricción.

Procesos de electrización

El fenómeno de generación de electricidad estática por fricción (triboelectrización) se conoce desde hace miles de años. Para inducir electricidad basta con que haya contacto entre dos materiales. La fricción sólo es un tipo de interacción que aumenta el área de contacto y genera calor: fricción es el término general que describe el movimiento de dos objetos en contacto; la presión ejercida, su velocidad de desplazamiento y el calor generado son los determinantes principales de la carga generada por fricción. Algunas veces, la fricción originará también el arranque de partículas sólidas.

Cuando un conductor sumergido en un campo eléctrico (E) se pone a tierra (véase la figura 1), pueden producirse cargas por inducción. En estas condiciones, el campo eléctrico induce polarización (separación de los centros de gravedad de los iones negativos y positivos del conductor). Un conductor que se ponga a tierra temporalmente en un solo punto adquirirá una carga neta cuando se desconecte de tierra, a causa de la migración de cargas en la proximidad del punto. De aquí que las partículas conductoras situadas en un campo uniforme oscilen entre electrodos y produzcan cargas y descargas en cada contacto.

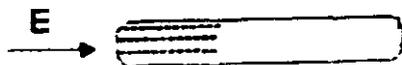
FIGURA 1. MECANISMO DE CARGA DE UN CONDUCTOR POR INDUCCIÓN



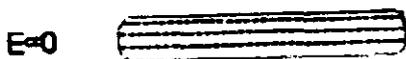
a. polarización del conductor por efecto de un campo eléctrico.



b. migración de una parte de la carga a tierra.



c. el conductor otra vez desconectado de tierra.



d. retirada del campo eléctrico: el conductor conserva una carga neta.

4.4 PELIGROS ASOCIADOS A LA ELECTRICIDAD ESTÁTICA.

Los efectos nocivos provocados por la acumulación de electricidad estática varían desde la incomodidad que se experimenta al tocar un objeto cargado, como la chapa de una puerta, hasta lesiones muy graves, incluso fallecimientos, provocados por una explosión debida a la electricidad estática. El efecto fisiológico de las descargas electrostáticas en seres humanos varía desde una picazón incómoda hasta acciones reflejas violentas. Se trata de efectos producidos por la corriente de descarga y, en especial, por la densidad de corriente en la piel.

En este capítulo describiremos algunas de las formas por las cuales las superficies y los objetos se cargan en la práctica (electrización). Cuando el campo eléctrico inducido supera a la capacidad del ambiente circundante para resistir a la carga (es decir supera a la rigidez dieléctrica del ambiente), tiene lugar una descarga. (En el aire, la rigidez dieléctrica depende del producto de la presión por la distancia entre los cuerpos cargados).

Las descargas disruptivas adoptan las formas siguientes:

- Chispas o arcos que puentean dos cuerpos cargados (dos electrodos metálicos).
- Descargas parciales, o en escobilla, que puentean un electrodo metálico y un aislante, o incluso dos aislantes; estas descargas se denominan parciales porque el camino de conducción no pone en cortocircuito dos electrodos metálicos, sino que en general es múltiple y en forma de escobilla.
- Descargas en corona, conocidas también como poder de las puntas, que surgen en el fuerte campo eléctrico formado alrededor de cuerpos cargados o electrodos de radio muy pequeño.

Los conductores aislados tienen una capacitancia neta C con respecto a tierra. En la siguiente ecuación (descargas de conductores) se expresa la relación entre carga y potencial.

El potencial de un conductor aislado portador de una carga Q viene dado por $V = Q/C$ y la energía almacenada por $W = (1/2) CV^2 = (1/2) Q^2/C$ [J].

Una persona que lleva calzado aislante es un ejemplo común de conductor aislado. El cuerpo humano es un conductor electrostático, con una capacidad típica respecto a tierra de unos 150 pF y un potencial de hasta 30 kV. Como las personas son conductores aislados, pueden experimentar descargas electrostáticas, como la sensación (más o menos desagradable) que se nota cuando una mano se acerca a la manija de una puerta o a otro objeto metálico. Cuando el potencial alcanza el valor aproximado de 2 kV, se experimentará el equivalente a una energía de 0.3 mJ, aunque este umbral varía de una persona a otra. Si las descargas son más fuertes, los movimientos reflejos involuntarios

pueden originar caídas. En el caso de los trabajadores que utilizan herramientas, ello puede dar lugar a las lesiones en la víctima y en otras personas que se hallen trabajando cerca.

El arco real saltará cuando la fuerza del campo eléctrico inducido supere la rigidez dieléctrica del aire. Debido a la rápida migración de las cargas en conductores, casi todas estas confluyen en el punto de descarga y liberan toda la energía almacenada en forma de chispa. Las consecuencias son graves cuando se trabaja con sustancias inflamables o explosivas o en un ambiente inflamable.

La aproximación de un electrodo puesto a tierra a una superficie aislante cargada modifica el campo eléctrico e induce una carga en el electrodo. A medida que las superficies se acercan entre sí, la intensidad del campo aumenta y puede llegar a originar una descarga parcial desde la superficie aislante cargada. Como las cargas de las superficies aislantes no son muy móviles, en la descarga sólo participa una pequeña porción de la superficie, y por consiguiente la energía liberada en este tipo de descarga es mucho menor que en los arcos.

Descargas electrostáticas y peligros de incendio y explosión

En atmósferas explosivas pueden tener lugar violentas reacciones de oxidación exotérmicas, con transferencia energética a la atmósfera, provocadas por:

- Llamas francas
- Chispas eléctricas
- Chispas de radiofrecuencia en las inmediaciones de una emisora de radio potente.
- Chispas producidas por colisiones (p. Ej., entre metal y hormigón).
- Descargas electrostáticas.

Nos interesa únicamente este último caso.

El peligro de incendio asociado a las descargas electrostáticas se calcula tomando como referencia el límite inferior de inflamabilidad de los gases, vapores y sólidos o de los aerosoles líquidos. El límite puede variar en términos considerables, como se ilustra en la tabla.

Límites inferiores típicos de inflamabilidad

| DESCARGA | LÍMITE (EMI) |
|--|---------------------|
| Algunos polvos. | Varios Joules |
| Aerosoles muy finos de azufre y aluminio. | Varios milijoules |
| Vapores de hidrocarburos y otros líquidos orgánicos. | 200 microjoules |
| Hidrógeno y acetileno. | 20 microjoules |
| Explosivos. | 1 microjoule |

Una mezcla de aire y de un gas o vapor inflamable solo explota si la concentración de la sustancia inflamable está situada entre sus límites explosivos superior e inferior. Dentro de este intervalo, la energía mínima de ignición (EMI), o energía que ha de poseer una descarga electrostática para incendiar la mezcla, depende íntimamente de la concentración. Se ha demostrado de modo concluyente que la energía mínima de ignición depende de la velocidad de liberación de energía, y por extensión, de la duración de la descarga. El radio del electrodo es otro factor condicionante:

- los electrodos de pequeño diámetro (del orden de varios milímetros) dan lugar a descargas en corona en vez de producir chispas.
- Con los electrodos de diámetros mayores (del orden de varios centímetros), la masa del electrodo se basta para enfriar las chispas.

En general, las EMI más bajas se obtienen con electrodos que tienen el tamaño justo para impedir descargas de corona.

La EMI depende también de la distancia entre los electrodos y es mínima a la distancia de amortiguación ("distance de pincement"), distancia la cual la energía producida en la zona de reacción se hace superior a las pérdidas térmicas en los electrodos.

La probabilidad de explosiones de polvo depende de su concentración. La probabilidad máxima va asociada a concentraciones del orden 200 a 500 g/m³. La EMI también depende del tamaño de las partículas, y las más finas son las que explotan con más facilidad. Tanto en gases como en aerosoles, la EMI disminuye con la temperatura.

Ejemplos en la industria.

Muchos procesos utilizados a diario para manipular y transportar sustancias químicas generan cargas electrostáticas. Entre ellas se encuentran:

- El vertido de polvos desde sacos.
- El cernido.
- El transporte por tuberías.
- La agitación de líquidos, sobre todo en presencia de varias fases, sólidos suspendidos o gotitas de líquidos no miscibles.
- El rociado o niebla de líquidos.

Las consecuencias de la generación de cargas electrostáticas comprenden problemas mecánicos, peligro de descarga electrostática en los operadores y, si se utilizan productos que contengan disolventes o vapores inflamables, incluso explosión.

Carga específica asociada a determinadas operaciones industriales

| Operación | Carga específica (q/m) (C/Kg) |
|--------------------------------|----------------------------------|
| Cernido | 10^{-8} - 10^{-11} |
| Llenado o vaciado de silos | 10^{-7} - 10^{-9} |
| Transporte de tornillo sin fin | 10^{-6} - 10^{-8} |
| Molienda | 10^{-6} - 10^{-7} |
| Micronización | 10^{-4} - 10^{-7} |
| Transporte neumático | 10^{-4} - 10^{-6} |

Los hidrocarburos líquidos, como el petróleo, el queroseno y muchos disolventes corrientes, tienen dos características que les confieren una sensibilidad a los problemas de electricidad estática:

- Resistividad alta, que les permite acumular elevados niveles de cargas.
- Vapores inflamables, que aumentan el riesgo de descargas de baja energía que provocan incendios y explosiones.

Pueden generarse cargas durante el transporte (p. ej., en la circulación por tuberías, bombas o válvulas). El paso por filtros finos, como los utilizados durante el llenado de los depósitos de aviones, genera densidades de carga de varios centenares de microcoulombs por metro cúbico. La sedimentación de partículas y la generación de nieblas o espumas cargadas durante el llenado de depósitos también origina cargas.

Entre 1953 y 1971 la electricidad estática fue la responsable de 35 incendios y explosiones durante el llenado o a continuación del llenado de depósitos de queroseno, y durante el llenado de depósitos de camiones se produjeron aún más accidentes.

La presencia de filtros o salpicaduras durante el llenado o a continuación del llenado (que pueden generar espumas o nieblas) son los factores de riesgo que más veces fueron identificados. También hubo accidentes a bordo de barcos petroleros, sobre todo durante la limpieza de tanques.

4.5 PRINCIPIOS DE LA PREVENCIÓN DE LA ELECTRICIDAD ESTÁTICA.

Todos los problemas relativos a electricidad estática se derivan de:

- La generación de cargas eléctricas.
- La acumulación de estas cargas en aislantes o conductores aislados.
- El campo eléctrico producido por estas cargas, que a su vez dan lugar a una fuerza o a una descarga disruptiva.

Las medidas preventivas tratan de evitar la acumulación de cargas electrostáticas, y la estrategia más recomendable es impedir que se generen las cargas eléctricas. Si esto no fuera posible hay que aplicar medidas dirigidas a conectar las cargas a tierra. Por último si la formación de descargas es inevitable, los objetos sensibles deberán protegerse contra los efectos de las descargas.

Supresión o reducción de la generación de cargas electrostáticas.

Es la primer medida que debe emprenderse en la prevención electrostática, por que es la única medida preventiva que elimina el problema en su origen. Pero como se ha descrito antes, las cargas se generan siempre que dos materiales, uno de los cuales como mínimo es aislante, entran en contacto y a continuación se separan. En la practica, puede haber generación de carga incluso por contacto y separación de un material consigo mismo, por lo que es imposible impedir por completo la generación de cargas

Para reducir la cantidad de esas cargas generadas por superficies que entran en contacto es preciso:

- Evitar que los materiales entren en contacto mutuo si tienen afinidades electrónicas muy diferentes; por ejemplo, evitar el contacto entre el vidrio y el teflón PTFE, o entre PVC y poliamida nailon.
- Reducir la tasa de flujo entre materiales, con lo cual disminuye la velocidad de deslizamiento entre materiales sólidos. Por ejemplo, puede reducirse el ritmo de extrusión de películas plásticas, del movimiento de materiales colocados en una cinta transportadora o el caudal de líquidos en una tubería.

4.6 PUESTA A TIERRA DE LA ELECTRICIDAD ESTÁTICA.

La regla básica de la prevención electrostática es eliminar las diferencias de potencial entre objetos. Para conseguirlo, o bien se conectan ente si, o se ponen a masa (toma de tierra). Con todo, los conductores aislados acumulan cargas y por lo tanto se cargan por inducción, fenómeno exclusivo de ellos. Las descargas de conductores pueden adoptar la forma de chispas de alta energía y son peligrosas.

Se trata de una regla que se atiene a las recomendaciones en materia de prevención de descargas eléctricas, que también exigen la puesta a tierra de todas las partes metálicas accesibles, como se especifica en la norma francesa instalaciones eléctricas de baja tensión (NFC 15-100). Para conseguir la máxima seguridad electrostática, que es lo que aquí nos ocupa, esta regla debe generalizarse a todos los elementos conductores. Se incluyen aquí los cercos metálicos de mesa, manijas de puertas, componentes electrónicos, depósitos utilizados en las empresas químicas y el chasis de los vehículos que transportan hidrocarburos.

Desde el punto de vista de seguridad electrostática, el ideal sería que todo fuera conductor y estuviera siempre puesto a tierra, a la que se transfieran en todo

momento las cargas generadas. En estas circunstancias, todo tendría siempre el mismo potencial, y por lo tanto el campo eléctrico – y el riesgo de descarga – sería cero. Pero casi nunca es posible alcanzar esta situación ideal, por los motivos siguientes:

- No todos los productos que es necesario manipular son conductores, y muchos de ellos no pueden hacerse conductores mediante el uso de aditivos. Así sucede con numerosos productos agrícolas y farmacéuticos, así como con líquidos de gran pureza.
- Hay propiedades convenientes para el producto final, como por ejemplo la transparencia óptica o la baja conductividad térmica, que pueden excluir el empleo de materiales conductores.
- Es imposible disponer una puesta a tierra permanente en equipos móviles como carruajes metálicos, herramientas electrónicas sin cordón, vehículos e incluso operadores humanos.

4.7 PROTECCIÓN CONTRA LAS DESCARGAS ELECTROSTÁTICAS.

Debe tomarse en cuenta que en esta sección únicamente se abordan la protección de equipo sensible a la electrostática contra descargas inevitables, la reducción de la generación de cargas y la eliminación de éstas. La capacidad de proteger el equipo no suprime la necesidad fundamental de prevenir ante todo la acumulación de carga electrostática.

Como se ilustra en la figura todos los problemas electrostáticos incluyen una fuente de descarga electrostática (el objeto cargado inicialmente), un blanco que recibe la descarga y el medio por el cual circula la descarga (descarga dieléctrica) Debe subrayarse que el blanco o el medio pueden ser sensibles a la electrostática

Algunos ejemplos de elementos sensibles se presentan en la tabla.

Dibujo esquemático del problema de la descarga electrostática.



Ejemplos de los equipos sensibles de descargas electrostáticas.

| Elemento sensible | Ejemplos |
|--------------------------|---|
| Fuente | Un operador que toca la manilla de una puerta ó el chasis de un coche. |
| Blanco | Componente con carga electrónica que entra en contacto con un objeto puesto a tierra. |
| Entorno | Componentes o materiales electrónicos que tocan a un operador cargado. Mezcla explosiva inflamada por una descarga electrostática. |

4.8 PROTECCIÓN DE TRABAJADORES

Los trabajadores que tienen motivos para creer que se encuentran cargados eléctricamente (por ejemplo, cuando desmontan un vehículo en tiempo seco o andan con determinados tipos de calzado), pueden adoptar numerosas medidas de seguridad, como las siguientes:

- Reducir la densidad de corriente en la piel, para lo cual basta con tocar un conductor puesto a tierra con un elemento metálico, como una llave o herramienta.
- Reducir el valor de cresta de la corriente mediante la descarga en un objeto disipador que se pueda tener a mano (un dispositivo de sobremesa o especial, como una muñequera protectora con resistencia en serie).

Protección en atmósferas explosivas.

En atmósferas explosivas, es el propio ambiente el que resulta ser sensible a las descargas electrostáticas, que de ocurrir podrían dar lugar a la ignición o explosión. En estos casos, la protección consiste en sustituir al aire, bien por una mezcla gaseosa cuyo contenido de oxígeno sea inferior a la concentración mínima para que la mezcla se inflame, bien por un gas inerte, como el nitrógeno. Los gases inertes se han utilizado en silos y en vasijas de reacción de los sectores químico y farmacéutico. En este caso, es preciso tomar las precauciones debidas para garantizar que los trabajadores reciban un suministro de aire adecuado.

4.9 PELIGROS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

Los numerosos componentes que forman parte de las instalaciones eléctricas presentan diversos grados de robustez. Pero con independencia de su inherente fragilidad, todos tienen que funcionar con fiabilidad en condiciones inclementes. Por desgracia, aun en las mejores circunstancias, el equipo eléctrico está sujeto a fallos susceptibles de ocasionar lesiones a las personas o daños materiales.

El funcionamiento seguro de las instalaciones eléctricas es el resultado de un buen diseño inicial, no la mera actualización debida a los sistemas de seguridad. Tal afirmación es un corolario del hecho de que mientras la corriente circula a la velocidad de la luz, todos los sistemas electromecánicos y electrónicos presentan retardos de reacción provocados sobre todo por la inercia térmica, la inercia mecánica y las condiciones de mantenimiento. Los retardos, cualquiera que sean sus orígenes, son lo bastante duraderos para que las personas puedan sufrir lesiones, y el equipo daños.

Es esencial que el equipo sea instalado y mantenido por personal calificado. Se debe subrayar que es preciso establecer medidas técnicas que garanticen el funcionamiento seguro de la instalaciones y al mismo tiempo protejan al personal y equipo.

Introducción a los peligros eléctricos

La operación adecuada de las instalaciones eléctricas exige que la maquinaria, el equipo y las líneas y circuitos eléctricos estén protegidos de los peligros causados tanto por factores internos (es decir, que surgen dentro de la instalación) como externos.

Las causas internas comprenden:

- Tensiones excesivas.
- Cortocircuitos.
- Modificación de la forma de onda de la corriente.
- Inducción.
- Interferencia.
- Corrientes excesivas.
- Corrosión, que provoca fugas de corriente eléctrica a tierra.
- Calentamiento de materiales conductores y aislantes, que pueden producir quemaduras en el operador, emisiones de gases tóxicos, incendio de componentes y, en atmósferas inflamables, explosiones.
- Fugas de líquidos aislantes, como el aceite.
- Generación de hidrógeno o de otros gases que favorezcan la formación de mezclas explosivas.

Cada combinación peligro-equipos exige medidas protectoras específicas, algunas de las cuales son obligatorias en virtud de leyes o de reglamentos técnicos internos. Los fabricantes tienen la responsabilidad de conocer estrategias técnicas específicas capaces de reducir riesgos.

Entre las causas externas se cuentan:

- Factores mecánicos (caídas, golpes, vibración)
- Factores físicos y químicos (radiación natural o artificial, temperaturas extremas, aceites, líquidos corrosivos, humedad);
- Viento, hielo, rayos, etc.
- Vegetación (árboles y raíces, secos y mojados).
- Animales (en zonas urbanas y rurales), que pueden dañar el aislamiento de líneas de distribución de energía y, por lo tanto, provocar cortocircuitos o falsos contactos.
- Y, no menos grave aunque se mencione en último lugar, algunos adultos o niños descuidados, imprudentes o inconscientes de los riesgos y de los procedimientos de funcionamiento.

Otras causas externas son la interferencia electromagnética procedente de las líneas de alta tensión, receptores de radio, máquinas de soldar (capaces de generar sobretensiones transitorias) y solenoides.

Las causas de los problemas más habituales proceden del mal funcionamiento o falta de normalización de elementos como:

- Equipo protector mecánico, térmico o químico.
- Sistemas de ventilación, sistemas de refrigeración de máquinas, equipo, líneas o circuitos.
- Coordinación de aislantes empleados en partes diferentes de la planta.
- Coordinación de fusibles y disyuntores automáticos.

Un solo fusible o disyuntor automático es incapaz de proporcionar una protección adecuada frente a excesivas corrientes en dos circuitos diferentes. Los fusibles o disyuntores automáticos protegen contra fallos de fase-neutro, pero la protección contra fallos de fase-tierra exige disyuntores automáticos de corriente residual. Se recomiendan las medidas siguientes:

- Utilización de relés de tensión y descargadores para coordinar los sistemas de protección.
- Sensores y componentes mecánicos o eléctricos en los sistemas protectores de la instalación
- Separación de circuitos a tensiones diferentes (debe mantenerse una separación de aire adecuada entre conductores; las conexiones deben de estar aisladas; los transformadores se deben equipar con pantallas

conectadas a tierra y protección conveniente contra tensiones excesivas, y con bobinados de primario y secundario totalmente segregados).

- Códigos de colores u otras precauciones útiles para evitar equivocaciones en la identificación de hilos.
- Confundir el conductor de la fase activa con el neutro da lugar a la electrización de los componentes metálicos externos del equipo.
- Equipo de protección contra interferencia electromagnética.

La importancia de estas medidas es especial en la instrumentación y las líneas utilizadas para la transformación de datos o el intercambio de señales de protección y/o control. Se debe mantener la separación adecuada entre las líneas o los filtros y pantallas empleados. En los casos más críticos se utilizan a veces cables de fibra óptica.

El riesgo asociado a las instalaciones eléctricas aumenta cuando el equipo trabaja en condiciones extremas, las más corrientes de las causas se derivan de peligros eléctricos en ambientes húmedos o mojados.

Las finas capas conductoras líquidas que se forman sobre las superficies metálicas y aislantes en ambientes húmedos o mojados crean caminos nuevos, irregulares y peligrosos para la corriente. La infiltración de agua reduce la eficacia del aislamiento y, si el agua llega a penetrar en el aislamiento, puede provocar fugas de corriente y cortocircuitos. Se trata de efectos que no sólo dañan las instalaciones eléctricas, sino que multiplican los riesgos para las personas. Así, este peligro justifica la necesidad de normas especiales para trabajar en ambientes duros, como emplazamientos a la intemperie, instalaciones agrícolas, edificios en construcción, cuartos de baño, minas, bodegas y algunos emplazamientos industriales.

Se dispone de equipo que suministra protección contra lluvia, las salpicaduras laterales o la inmersión completa.

El equipo ideal debe ser cerrado, aislado y anticorrosión.

Los recintos metálicos han de ser puestos a tierra. El mecanismo de fallo en estos ambientes mojados es el mismo que el observado en atmósferas húmedas, pero los efectos son más graves.

Peligros eléctricos en atmósferas pulverulentas.

El polvo fino que entra en las máquinas y en el equipo eléctrico producen abrasión, sobre todo de las piezas móviles. El polvo conductor puede provocar también cortocircuitos, mientras que el polvo aislante interrumpe el paso de corriente y aumenta la resistencia de contacto. Las acumulaciones de polvo fino o grueso alrededor de las cajas de equipo son depósitos potenciales de humedad y agua. El polvo seco es un aislante térmico, que reduce la dispersión de calor y aumenta la temperatura local; este aumento puede dañar los circuitos eléctricos y provocar incendios o explosiones.

Se deben instalar sistemas estancos al agua y a prueba de explosión en emplazamientos industriales o agrícolas donde se lleven a cabo procesos en que intervengan polvos.

Peligros eléctricos en atmósferas explosivas o en emplazamientos que albergan materiales explosivos.

Las explosiones, incluidas las de atmósferas que contengan gases y polvos explosivos, pueden dispararse por la apertura y cierre de circuitos eléctricos activos, o bien por cualquier otro proceso transitorio capaz de generar chispas de energía suficiente.

He aquí los lugares donde existe este peligro:

- Minas y lugares subterráneos donde se pueden acumular gases, en especial metano.
- Empresas químicas.
- Salas de almacenamiento de baterías de plomo, en las que se puede acumular hidrógeno.
- El sector agroalimentario, en el que se pueden generar polvos orgánicos naturales.
- El sector de materiales sintéticos.
- La metalurgia, en especial la que utiliza aluminio y magnesio.

Allí donde exista este peligro, el número de circuitos y equipos eléctricos deberá de ser el mínimo; por ejemplo, mediante la eliminación de motores y transformadores eléctricos o su sustitución por equipo neumático. El equipo eléctrico que no pueda eliminarse debe quedar encerrado, para evitar cualquier contacto de gases y polvos inflamables con chispas, y mantenido dentro del recinto cerrado en una atmósfera de gas inerte a presión positiva. Donde haya la posibilidad de explosión se utilizarán recintos a prueba de explosión y cables eléctricos a prueba de incendios.

Se ha desarrollado un abanico completo de equipo a prueba de explosión para algunos sectores de alto riesgo (p. ej., el sector del petróleo y el químico).

Debido al elevado costo del equipo a prueba de explosión, las plantas se suelen dividir en zonas de distinto peligro eléctrico.

Cuando se aplica este criterio, en las zonas de alto riesgo se emplea equipo especial, mientras que en las demás se acepta un cierto grado de riesgo. Se han desarrollado diversos criterios y soluciones técnicas específicas de sectores; éstas comprenden por lo general alguna combinación de puestas a tierra, segregación de componentes e instalación de barreras divisorias de zonas.

Unión equipotencial

Si todos los conductores que pudieran tocarse simultáneamente, incluso los de tierra, estuviesen al mismo potencial, no habría peligro para las personas. Los sistemas de unión equipotencial son un intento de lograr esta condición ideal.

En la unión equipotencial, cada conductor expuesto del equipo eléctrico no destinado a la transmisión y todo conductor accesible ajeno del mismo emplazamiento se conectan a un conductor de protección puesto a tierra. Debe recordarse que mientras los conductores de equipo no destinados a la transmisión están inactivos durante el funcionamiento normal, pueden activarse en caso de fallo de aislamiento. Al disminuir la tensión de contacto, la unión equipotencial impide que los componentes metálicos alcancen tensiones que llegan a ser peligrosas para el personal y el equipo.

En la práctica, es necesario conectar la misma máquina a la malla de unión equipotencial en más de un punto. Deben identificarse con cuidado las zonas de contacto defectuoso debido, por ejemplo, al recubrimiento de aislantes como lubricantes y pinturas. De modo similar, es conveniente conectar todas las tuberías de servicios locales y externos (p .ej., agua, gas y calefacción) a la rejilla de unión equipotencial.

Puesta a tierra

En la mayoría de los casos, es necesario minimizar la caída de tensión entre los conductores de la instalación y tierra, para realizarlo, los conductores se conectan a un conductor de protección puesto a tierra.

Hay dos tipos de conexión a tierra :

- Tierras funcionales: por ejemplo, puesta a tierra del conductor neutro de un sistema trifásico, o del punto medio del devanado secundario de un transformador.
- Tierras de protección; por ejemplo, puesta a tierra de todos los elementos conductores de equipo. El objeto de este tipo de puesta a tierra es minimizar tensiones en los elementos conductores, mediante la creación de un camino preferente para las corrientes de fuga, en especial las corrientes que pudieran afectar a las personas.

En condiciones de funcionamiento normal, por las conexiones de puesta a tierra no pasa ninguna corriente. Pero en caso de activación accidental del circuito, la baja resistencia de la conexión de puesta a tierra hace que el paso de corriente sea lo bastante elevado para fundir el fusible o los conductores no conectados a tierra.

La tensión de fuga máxima en mallas equipotenciales admitida en la mayoría de las normas es de 50 V para ambientes secos, 25 V para ambientes mojados o húmedos y 12 V para laboratorios médicos y otros ambientes de alto riesgo.

Aunque estos valores únicamente son indicativos, debe ponerse de relieve la necesidad de garantizar una toma de tierra adecuada en puestos de trabajo, espacios públicos y en residencias especiales.

La eficacia de la puesta a tierra depende sobre todo de la existencia de corrientes de fuga altas y estables a tierra, pero también de un acoplamiento galvánico

adecuado de la malla equipotencial y del diámetro de los conductores de conexión a la malla. Debido a la importancia de las fugas a tierra, tiene que ser evaluada con gran exactitud.

Las conexiones a tierra tienen que ser fiables como las mallas equipotenciales, y es preciso verificar periódicamente su funcionamiento correcto.

A medida que la resistencia a tierra aumenta, el potencial del conductor de puesta a tierra y de la tierra en torno del conductor se aproxima a la del circuito eléctrico; en el caso de la tierra en torno del conductor, el potencial generado es inversamente proporcional a la distancia del conductor. Con objeto de evitar tensiones escalonadas peligrosas, los conductores de tierra han de estar apantallados como es debido y puestos a tierra a profundidades adecuadas.

Como alternativa a la puesta a tierra del equipo, las normas permiten emplear equipos con doble aislamiento. Su uso recomendado en emplazamientos residenciales, minimiza la probabilidad de fallo del aislamiento al suministrar dos sistemas de aislamiento separados. No es aconsejable confiar en que el equipo con doble aislamiento proteja como es debido contra fallos de conexiones, como los asociados a las clavijas sueltas pero activadas, puesto que las normas de algunos países relativas a clavijas y enchufes murales no consideran el empleo de dicha clavijas.

Disyuntores y Fusibles

El método más seguro de reducir peligros eléctricos para personas y equipo es minimizar la duración de la corriente de fuga y el aumento de tensión, en el momento ideal antes de que la energía eléctrica haya empezado a aumentar. Los sistemas de protección en el equipo eléctrico suele incorporar tres relés: un relé de corriente de defecto para proteger contra las fugas hacia la tierra, un relé magnético y un relé térmico para proteger contra sobrecargas y cortocircuitos.

En los disyuntores de corriente de defecto, los conductores del circuito se arrollan en torno a un anillo que detecta el vector suma de las corrientes entrantes y salientes del equipo a proteger. El vector suma es igual a cero durante el funcionamiento normal, pero es igual a la corriente de fuga en caso de fallo. Cuando esta corriente alcanza el umbral del disyuntor, éste se dispara. Los disyuntores de corriente de defecto se pueden disparar por corrientes tan bajas como 30 mA y con retardos tan breves como 30ms.

La corriente máxima que transporta un conductor sin ningún peligro está en función del área de su sección transversal, su aislamiento y su instalación. Si se sobrepasa la carga segura máxima o si la disipación de calor está limitada, el conductor experimentará un calentamiento excesivo. Los dispositivos limitadores de corriente, como fusibles y disyuntores magnetotérmicos, cortan automáticamente el circuito si el paso de corriente es excesivo, o si aparecen corrientes a tierra, sobrecarga o cortocircuito. Los dispositivos limitadores de corriente deben interrumpir el paso de corriente cuando ésta es superior a la permitida por la capacidad del conductor.

La elección de equipo protector capaz de proteger personal y equipo es uno de los aspectos más importantes de la gestión de instalaciones eléctricas y a de tener encuentra no sólo la capacidad de transporte de corriente de los conductores, sino también las características de los circuitos y del equipo conectados a ellos.

En los circuitos que soporten cargas de corrientes muy altas será preciso emplear fusibles o disyuntores especiales de gran capacidad.

Fusibles

Existen varios tipos de fusibles, cada uno de ellos diseñado para una aplicación específica. El empleo de un tipo de fusible equivocado o de un fusible de capacidad inadecuada puede provocar lesiones a personas y daños al equipo. Los fusibles de capacidad excesiva originan con frecuencia el calentamiento del cableado o equipo, con la consiguiente posibilidad de que se produzcan incendios.

Antes de sustituir fusibles, deje el circuito fuera de servicio, efectúe el enclavamiento de los aparatos de corte y compruebe que está inactivo. La comprobación puede salvar vidas. A continuación, identifique la causa del posible cortocircuito o sobrecarga y sustituya los fusibles fundidos por otros del mismo tipo y capacidad. No inserte nunca fusibles en un circuito activo.

Disyuntores

Si bien los disyuntores se emplean desde hace mucho tiempo en circuitos de alta tensión con grandes capacidades de corriente, ha venido aumentando su utilización en muchas otras clases de circuitos. Existen numerosos tipos, que ofrecen opciones de armado inmediato y retardado y operación manual o automática.

Los disyuntores se clasifican en dos categorías generales: térmicos y magnéticos. Los disyuntores térmicos únicamente reaccionan frente a la subida de temperatura. Por lo tanto, las variaciones de la temperatura ambiente del disyuntor afectara al punto en que el disyuntor se dispare.

Los disyuntores magnéticos, por el contrario, sólo reaccionan ante la cantidad de corriente que pasa por el circuito. Es un tipo de disyuntor más adecuado para los casos en que existan fluctuaciones amplias de la temperatura que exigirían sobredimensionar el disyuntor, o cuando el disyuntor se dispara con frecuencia.

En el caso de contacto con líneas que transporten mucha corriente, los circuitos de protección no impiden lesiones personales ni daños al equipo, puesto que se diseñan para proteger únicamente líneas y sistemas de transporte de energía del paso excesivo de corriente provocado por fallos.

Debido a la resistencia del contacto con tierra, la corriente que atraviesa un objeto que está en contacto al mismo tiempo con la línea y tierra será en general menor que la corriente de disparo. Las corrientes de defecto atravesado al cuerpo humano deben reducirse en mayor grado por la resistencia del cuerpo mientras no llegue a disparar el disyuntor, por lo que son extremadamente peligrosas. En la práctica, es casi imposible diseñar un sistema de transporte de energía que impida lesiones corporales o daños a cualquier objeto que toque las líneas de transporte sin que éstas dejen de ser un sistema útil de transmisión de energía, puesto que los umbrales de disparo de los dispositivos de protección de los circuitos que interesan están muy por encima del nivel de peligro para el hombre.

4.10 NORMAS EUROPEAS Y AMERICANAS PARA LA OPERACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

La norma europea EN 50110-1, (Operación de Instalaciones Eléctricas 1994^a), preparada por la Task Force 63-3 del CENELEC, es el documento básico que se aplica a la operación de instalaciones eléctricas y a las actividades de trabajo en ellas, con ellas o cerca de las mismas. La norma establece los requisitos mínimos para todos los países del CENELEC; las normas nacionales adicionales se describen en subpartes separadas de la norma EN 50110-2.

La norma se aplica a instalaciones diseñadas para la generación, transmisión, conversión, distribución y utilización de energía eléctrica, y para la operación a los niveles de tensión habituales. Aunque las instalaciones típicas trabajan a tensiones bajas, la norma se aplica también a instalaciones de muy baja y alta tensión. Las instalaciones pueden ser permanentes y fijas (p. ej., instalaciones de distribución en fabricas o edificios de oficinas) o móviles.

En la norma se especifican los procedimientos de operación y mantenimiento seguros para el trabajo en instalaciones eléctricas o cerca de las mismas. Entre las actividades de trabajo aplicables se incluyen las de trabajo no eléctrico, como la construcción junto a las líneas aéreas o cables subterráneos, además de todos los tipos de trabajo eléctrico. Determinadas instalaciones eléctricas como las existentes a bordo de aviones y barcos, no están sujetas a la norma.

La norma equivalente en Estados Unidos es el National Electrical Safety Code (NESC), del American National Standards Institute (1990). El NESC se aplica a instalaciones y funciones de suministro de servicios públicos desde el punto de generación de electricidad y señales de comunicación, pasando por la malla de transmisión, hasta el punto de suministro a las instalaciones del cliente.

Determinadas instalaciones, como las existentes en minas y barcos, no están sujetas al NESC. Las directrices del NESC se han ideado para garantizar la seguridad de los trabajadores dedicados a la instalación, el funcionamiento o el mantenimiento de líneas de suministro eléctrico y de comunicación y sus equipos asociados. Tales directrices constituyen la norma mínima aceptable de seguridad profesional y pública en las condiciones especificadas. La norma no pretende ser una especificación de diseño o un manual de instrucciones. En el aspecto formal,

el NESC tiene que ser considerado una norma nacional de seguridad aplicable en Estados Unidos.

Las reglas extensivas de las normas europeas y americanas sustentan la realización segura de trabajos en instalaciones eléctricas.

La norma europea (1994^a).

Definiciones.

La norma sólo da definiciones de los términos más corrientes; en la Comisión Electrotécnica Internacional (1979) se dispone de más información. Para los fines de esta norma, la instalación eléctrica se refiere a todo equipo empleado en la generación, transporte, conversión, distribución y utilización de energía eléctrica. Se incluyen todas las fuentes de energía, incluso baterías y condensadores (ENEL1994; EDF-GDF 1991).

Principios básicos

Operación segura: El principio básico de trabajo seguro en, con o cerca de una instalación eléctrica es la necesidad de evaluar el riesgo eléctrico antes de comenzar el trabajo.

Personal: Las mejores reglas y procedimientos de trabajo en, con o cerca de una instalación eléctrica carecen de valor si los trabajadores no están totalmente familiarizados con ellas o no se cumplen al 100%. Todo el personal que interviene en el trabajo en, con o cerca de una instalación eléctrica, deberán ser instruido en los requisitos de seguridad, las reglas de seguridad y las normas empresariales aplicables a su trabajo. Cuando el trabajo es largo o complejo, esta instrucción deberá repetirse. Se exigirá a los trabajadores que observen estos requisitos, reglas e instrucciones.

Organización: Cada instalación eléctrica se colocará bajo la responsabilidad de la persona nombrada para controlar la instalación eléctrica. En casos de empresas que comprendan más de una instalación, es esencial que las personas nombradas para controlar cada instalación cooperen entre sí.

Cada actividad de trabajo será responsabilidad de la persona nombrada para controlar el trabajo. Cuando el trabajo comprenda otras tareas, se nombrarán personas responsables de la seguridad de cada una de ellas, quienes informarán al coordinador. Puede nombrarse a una misma persona para controlar el trabajo y para controlar la instalación eléctrica.

Comunicación: Aquí se incluyen todos los medios de transmisión de información entre las personas, es decir, la palabra hablada (incluidos teléfono, radio y conversación), escrita (fax, e-mail) y los medios visuales (incluidos los paneles de instrumentos, vídeo, señales y luces).

Deberá hacerse una notificación formal de toda información necesaria para la operación segura de la instalación eléctrica, p. ej., disposición de las redes, estado de las conmutaciones y posición de los dispositivos de seguridad.

Lugar de trabajo: Deberá proporcionarse espacio de trabajo, acceso e iluminación adecuados en las instalaciones eléctricas en las cuales, o cercas de las cuales se haya de realizar cualquier trabajo.

Herramientas, equipo y procedimientos: Las herramientas, equipo y procedimientos, cumplirán los requisitos de las normas europeas, nacionales e internacionales aplicables, cuando éstas existan.

Dibujos e informes: Los dibujos e informes de la instalación estarán actualizados y disponibles.

Señalización: Se dispondrán las señales adecuadas que llamen la atención sobre los peligros específicos en los lugares necesarios cuando la instalación esté funcionando y durante cualquier trabajo.

Procedimientos operativos estándar

Actividades operativas: Las actividades operativas están ideadas para cambiar el estado eléctrico de una instalación eléctrica. Hay dos tipos:

- Operaciones encaminadas a modificar el estado eléctrico de una instalación eléctrica, p. ej., con objeto de utilizar equipo, conectar, desconectar, poner en marcha o parar una instalación o sección de una instalación para llevar a cabo un trabajo. Son actividades que pueden realizarse localmente o por control remoto.
- Desconexión antes o reconexión después de un trabajo sin tensión, que será ejecutada por trabajadores calificados o capacitados.

Pruebas funcionales: Incluyen los procedimientos de medición, prueba e inspección.

Se define por medición todo el conjunto de actividades utilizadas para recoger datos físicos en instalaciones eléctricas.

La medición deberá ser ejecutada por profesionales calificados.

La prueba comprende todas las actividades ideadas para verificar el funcionamiento o la condición eléctrica, mecánica o térmica de una instalación eléctrica. La prueba deberá ser ejecutada por trabajadores calificados.

La inspección consiste en verificar que una instalación eléctrica cumple con las especificaciones técnicas y los reglamentos de seguridad aplicables.

Procedimientos de trabajo.

Generalidades: La persona nombrada para controlar la instalación eléctrica y la persona nombrada para controlar el trabajo deben cerciorarse ambas de que los trabajadores reciben instrucciones específicas y detalladas antes de iniciar el trabajo y a la terminación del mismo.

Antes de empezar el trabajo, la persona nombrada para controlarlo deberá informar a el encargado de controlar la instalación eléctrica sobre la naturaleza del trabajo que se pretende realizar, su emplazamiento y las consecuencias para la instalación eléctrica. La notificación se dará por escrito siempre que sea posible, en especial cuando el trabajado sea complejo.

Las actividades del trabajo se dividen en tres categorías: trabajo sin tensión, trabajo con tensión y trabajo en la proximidad de instalaciones con tensión. Para cada tipo de trabajo se han desarrollado medidas de protección contra descargas eléctricas, cortocircuitos y arcos.

Inducción: Cuando se ejecuten trabajos en líneas eléctricas sometidas a inducción de corriente, se deberá tomar las precauciones siguientes:

- Puesta a tierra a intervalos adecuados; esto reduce el potencial entre conductores y tierra hasta el nivel de seguridad.
- Unión equipotencial del lugar de trabajo; así se impide que los trabajadores formen parte de un circuito inductivo.

Condiciones atmosféricas: Cuando se vean relámpagos o se oigan truenos, no se deberá de iniciar o continuar trabajos en instalaciones de exterior o en instalaciones de interior conectadas directamente a líneas aéreas.

Trabajo sin tensión

Las prácticas de trabajo siguientes garantizarán que las instalaciones eléctricas en el lugar de trabajo permanezcan sin tensión mientras durante la actividad laboral. A menos que haya contraindicaciones claras, las prácticas deberán aplicarse en el orden que se indica.

Desconexión completa: La sección de la instalación en la que se haya de ejecutar el trabajo deberá ser aislada de todas las fuente de suministro de corriente, y asegurada contra la reconexión.

Seguro contra reconexión: Todos los dispositivos cortacircuitos utilizados para aislar la instalación eléctrica durante el trabajo deberán ser desactivados, si es posible mediante el bloqueo del mecanismo de operación.

Verificación de que la instalación está inactiva: La ausencia de corriente deberá de ser verificada en todos los polos de la instalación eléctrica del lugar de trabajo o lo más cerca del mismo que sea posible.

Puesta a tierra y en cortocircuito: En todos los lugares de trabajo de alta tensión y en algunos de baja tensión, todas las partes en que se vaya a trabajar deberán ser puestas a tierra y en cortocircuito después de haber sido desconectadas. Los equipos y dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito deben conectarse en primer lugar a la toma de tierra; solo después de esta puesta a tierra se conectarán al sistema los componentes que se vayan a derivar a tierra. Siempre que sea posible en la práctica, los sistemas de puesta a tierra y en cortocircuito deberán ser visibles desde el lugar de trabajo. Las instalaciones de baja y alta tensión tienen sus propios requisitos específicos. En estos tipos de instalación, todos los lados de los lugares de trabajo y todos los conductores que entran al recinto deberán ser puestos a tierra y cortocircuitados.

Protección contra partes activas y adyacentes: Cuando haya partes de una instalación eléctrica en la proximidad del lugar de trabajo que no sea posible desactivar, es preciso tomar medidas protectoras adicionales. Los trabajadores no comenzaran el trabajo sin haber recibido el permiso de la persona nombrada para controlar el trabajo, quien a su vez deberá recibir autorización de la persona nombrada para controlar la instalación eléctrica. Una vez realizado el trabajo, los trabajadores abandonarán el lugar de trabajo, serán guardadas las herramientas y el equipo, y a continuación se quitaran los sistemas de puesta a tierra y en cortocircuito. La persona nombrada para controlar el trabajo notificará entonces a la persona nombrada para controlar la instalación eléctrica que la instalación está disponible para la reconexión.

Trabajo con tensión (línea viva).

Generalidades: El trabajo con tensión es el que se realiza dentro de una zona en que hay paso de corriente. La norma EN 50179 proporciona una guía sobre las dimensiones de la zona de trabajo con tensión. Se aplicarán medidas protectoras ideadas para prevenir descargas eléctricas, arcos y cortocircuitos.

Formación y calificación: Deberán aplicarse programas específicos de formación para desarrollar y mantener la capacidad de los trabajadores calificados o formados para desempeñar trabajo relacionado con la tensión. Una vez impartido el programa, los trabajadores recibirán una nota de calificación y autorización para realizar trabajos específicos con tensiones específicas.

Mantenimiento de las calificaciones: La capacidad de realizar trabajos con tensión deberá ser mantenida mediante la práctica o nueva formación.

Técnicas de trabajo: En la actualidad, hay tres técnicas reconocidas, que se distinguen por su aplicabilidad a diferentes tipos de partes activas y por el equipo necesario para prevenir descargas eléctricas, arcos y cortocircuitos:

- Trabajo con pértiga (trabajo a distancia).
- Trabajo con guantes aislantes (trabajo en contacto).
- Trabajo con manos desnudas (trabajo a potencial).

Cada técnica exige preparación, equipo y herramientas diferentes, y la elección de la técnica más adecuada dependerá de las características del trabajo en cuestión.

Herramientas y equipo: Deberán especificarse las características, almacenamiento, mantenimiento, transporte e inspección de herramientas, equipo y sistemas.

Condiciones atmosféricas: Se aplican restricciones al trabajo con tensión en condiciones atmosféricas adversas, puesto que las propiedades de los aislantes, la visibilidad y la movilidad del trabajador quedan disminuidas.

Organización del trabajo: El trabajo deberá prepararse por adelantado; la preparación se presentará por escrito cuando el trabajo sea complejo. La instalación en general, y la sección donde se vaya a ejecutar el trabajo en particular, deberá mantenerse en el estado definido durante la preparación. La persona nombrada para controlar el trabajo informará al que controla la instalación eléctrica sobre la naturaleza del trabajo, el lugar de la instalación donde será ejecutado el trabajo y la duración estimada del mismo. Antes de empezar el trabajo, deberá explicarse a los trabajadores la naturaleza de éste, las medidas de seguridad importantes, el papel de cada trabajador, las herramientas y equipos que se van a utilizar. Existen procedimientos específicos para instalaciones de muy baja tensión, de baja tensión y alta tensión.

Trabajo en la proximidad de partes con tensión

Generalidades: El trabajo en la proximidad de partes activas, con tensiones nominales superiores a 50 VCA ó 120 VCC sólo será realizado cuando se hayan adoptando medidas de seguridad que garanticen la imposibilidad de tocar partes con tensión o de entrar en la zona activada. Para ello se pueden emplear pantallas, barreras, cerramientos o cubiertas aislantes.

Antes de comenzar el trabajo, la persona nombrada para controlar el trabajo instruirá a los trabajadores, en particular a los no familiarizados con el trabajo en la proximidad de partes con tensión, con las distancias de seguridad que deben observarse en el lugar de trabajo, las prácticas principales de seguridad y la necesidad de un comportamiento que garantice la seguridad de todo equipo de trabajo. Los límites del lugar de trabajo estarán definidos con precisión, marcados y señalizados para atraer la atención sobre las condiciones de trabajo no habituales. La información se repetirá las veces que sea necesario, en particular cuando haya cambios en las condiciones de trabajo.

Los trabajadores deberán cerciorarse de que ninguna parte de su cuerpo ni ningún objeto invada la zona activada. Se adoptarán precauciones especiales cuando se manipulen objetos largos, por ejemplo, herramientas, puntas de cable, tuberías y escaleras.

Protección mediante pantallas, barreras, cerramientos o cubiertas aislantes: La selección e instalación de estos dispositivos protectores deberá suministrar protección suficiente contra ataques eléctricos y mecánicos predecibles. El equipo deberá estar mantenido a punto y protegido durante el trabajo.

4.11 MANTENIMIENTO

Generalidades: Su finalidad es conservar la instalación eléctrica en la condición adecuada. El mantenimiento puede ser preventivo (es decir, periódico, para evitar paradas y mantener el equipo en condiciones de trabajo normal) o correctivo (es decir, realizado para sustituir piezas defectuosas).

El trabajo de mantenimiento se clasifica en dos categorías de riesgo:

- Trabajo que implica el riesgo de descarga eléctrica, en que deben observarse los procedimientos aplicables al trabajo con tensión y al trabajo en la proximidad de partes activas.
- Trabajo en que el diseño del equipo permite realizar algunas operaciones de mantenimiento sin necesidad de aplicar procedimientos completos de trabajo con tensión.

Personal: El personal que vaya a realizar el trabajo deberá de tener la capacitación adecuada (o bien recibirá formación suficiente), y contará con las herramientas e instrumentos apropiados de medición y prueba.

Trabajo de reparación: El trabajo de reparación consta de las fases siguientes: localización del fallo; arreglo de fallo y/o sustitución de componentes; nueva puesta en servicio de la sección reparada de la instalación. Cada una de las fases exige procedimientos específicos.

Trabajo de sustitución: En general, la sustitución de fusibles en instalaciones de alta tensión deberá ser realizada sin tensión. La sustitución de fusibles será efectuada por trabajadores capacitados que observen los procedimientos de trabajo adecuados. La sustitución de lámparas y piezas desmontables, como motores de arranque, se llevara a cabo sin tensión. En instalaciones de alta tensión, el trabajo de sustitución se realizará también con procedimientos de reparación.

FORMACIÓN DE PERSONAL EN MATERIA DE RIESGOS ELÉCTRICOS

La organización eficaz del trabajo y la formación en seguridad son elementos clave para tener éxito en cualquier organización, programa de prevención y programa de salud y seguridad en el trabajo. Los trabajadores han de poseer la formación adecuada para hacer su trabajo con seguridad y eficacia.

La responsabilidad de implantar la formación de empleados pertenece a la dirección, que ha de reconocer la necesidad de que para que la organización pueda alcanzar sus objetivos los empleados han de rendir a un determinado nivel. La consecución de estos niveles de rendimiento exige el establecimiento de políticas de formación y, por extensión, de programas concretos de formación. En los programas se deben incluir fases de formación y de calificación.

Los programas de trabajo con tensión incluirán los elementos siguientes:

Formación: En algunos países, los programas y las instalaciones de formación han de contar la aprobación formal de un comité de trabajo con tensión u organismo similar. Los programas se basan ante todo en la experiencia práctica, complementada con formación técnica. La formación adopta la forma de trabajo práctico en instalaciones modelo, interiores o exteriores, semejantes a aquéllas en que se deberá realizar el trabajo real.

Calificaciones: los procedimientos de trabajo con tensión son muy exigentes, e insisten en la necesidad de utilizar a la persona adecuada en el lugar correcto. La manera más fácil de lograrlo es disponer de personal calificado con diferentes niveles de especialización. La persona nombrada para controlar el trabajo debe ser un trabajador calificado. Cuando sea necesaria la supervisión, también ésta debe ser responsabilidad de una persona calificada. Los trabajadores sólo deben trabajar en instalaciones cuya tensión y complejidad se correspondan con su nivel de formación. En algunos países, la calificación está regulada por normas nacionales.

Por último, los trabajadores deben recibir instrucciones y capacitación en técnicas esenciales de salvamento.

Capítulo 5.

CAPÍTULO 5

CONCEPTOS BÁSICOS DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

5.1 EL CAMINO HACIA EL ACCIDENTE.*

Es bien sabido que no hay ningún hecho o fenómeno sin causa y que a la causa le sigue necesariamente el efecto. Estos efectos (contactos) pueden ser motivos de pérdidas, entre las cuales están las lesiones. Pero no debe confundirse el accidente con la lesión. Las lesiones son consecuencias de los accidentes, pero no todos los accidentes producen lesiones.

Por la existencia de la causa es posible el control del accidente /incidente. Es decir, el accidente es evitable, pero la gravedad de las pérdidas que se derivan de un accidente es frecuentemente cuestión de azar. Así pues, el azar, la casualidad, está en la posible gravedad de las lesiones (pérdidas), pero el accidente o incidente es debido a unas causas y concurren en él, los siguientes principios:

- Todo accidente/incidente está originado, al menos por una causa.
- En general, en un accidente/incidente ocurren varias causas.
- Las causas están relacionadas entre si factorialmente.

Este carácter factorial de la cadena causal suele expresarse de la siguiente forma:

$$\text{Accidente} = C1 * C2 * C3 * \dots * Ci$$

En esa expresión las Ci representan las causas posibles del accidente. Si interrumpimos o anulamos alguna de esas verdaderas causas del accidente, no habrá suceso, como también se deduce matemáticamente si hacemos igual a cero a uno de los factores del producto.

Podemos afirmar que la mayoría de los accidentes se deben a una falta de dominio de una actividad, que por sí solos o combinados, provocarán en primera instancia actos y/o condiciones inseguras.

Estos elementos son:

- Falta de conocimiento (SABER).
- Falta de aptitudes (HACER).
- Falta de motivación (QUERER).

* Este punto fue desarrollado tomando como referencia el libro " Seguridad e Higiene Industrial " de los autores Hernández-Malfavón-Fernández, Editorial Noriega Limusa.

Para lograr modificar la conducta humana, habrá entonces que capacitar al personal para que obtenga el conocimiento que requiere la actividad; adiestrar al personal, para que desarrolle las habilidades propias de la actividad y por ultimo motivar al personal, ya sea por los medios de incentivos u otros.

SECUENCIA ACTUALIZADA.

De la teoría actualizada se desprende la necesidad de enfocar todas las actividades a la administración, ya que esta es la responsable de la integración del personal al proceso productivo, traducido en una buena capacitación, adiestramiento y motivación del personal. El establecimiento de políticas, planes, programas de procedimientos y métodos de trabajo (dentro de las cuales están: la metodología para la ejecución segura del trabajo, verificaciones para el cumplimiento de la normatividad establecida, cursos de capacitación de comisionados); así como, contar con las instalaciones, equipos, herramientas y materiales, de la mejor calidad posible, que garantice la ejecución oportuna y segura de trabajo.

A continuación se dan a conocer algunos de los factores personales y de trabajo que afectan y provocan actos y condiciones inseguras.

Los factores personales de acuerdo con su origen se dividen en:

FISIOLÓGICOS: Discapacidades, problemas de falta de audición, vista, equilibrio, enfermedades como: epilepsia, diabetes, diarrea, ingesta de medicamentos con o sin prescripción medica, alergias, fobias como, acrofobia, claustrofobia,; vicios como alcoholismo, tabaquismo, drogas en general. Estado de salud como mareos, palpitaciones, desmayos, deshidratación, malestares en general. Problemas de salud mental, etc.

PSICOSOCIALES: Odio, resentimientos, machismo, inadaptabilidad, fanatismo, mitos, creencias, preocupaciones, estrés, fobias como acrofobia, claustrofobia, etc.

Algunos de los factores de trabajo se mencionan a continuación.

La no aplicación o existencia de normas de trabajo, fallas en la adquisición o selección de equipos y materiales de trabajo, sistemas inadecuados de comunicación, interferencias, mala ubicación del personal, fallas en los organigramas, duplicidad o indefinición de labores, fallas en la capacitación, falta de interés de las autoridades, falta de políticas, procedimientos y métodos de trabajo, etc.

5.2 * VERIFICACIONES

MOTIVOS

Las verificaciones son las visitas programadas a las instalaciones, maquinaria y equipo del centro de trabajo con el fin de observar las condiciones de Seguridad e Higiene que prevalezcan en los mismos y buscar las posibles causas de riesgos.

Durante la verificación el encargado de la Seguridad e Higiene comprobará que la maquinaria, el equipo y las instalaciones, así como el equipo de protección personal de los trabajadores se encuentra en buenas condiciones para asegurar la realización del trabajo dentro de las máximas condiciones de Seguridad. Debe de observar con atención las acciones que ejecuta el trabajador para desempeñar su labor, determinando si se están aplicando adecuadamente los métodos o procedimientos de trabajo.

CLASES DE VERIFICACIÓN

Al identificar cualquier condición o acto inseguro se deberá tomar nota para establecer a través de quien corresponda las medidas necesarias para corregirlas.

Las verificaciones de seguridad e higiene son de dos clases:

- Verificación Formal
- Verificación General

Las verificaciones formales o programas son las que se hacen de una manera preparada, detallada, y se clasifican en:

- Periódicas
- Intermitentes
- Especiales

En la verificación general deberá elaborarse una acta de verificación ó cédula de autodiagnóstico ó lista de chequeo en base de la normatividad aplicable, en su centro de trabajo, sin dejar de considerar el Reglamento Federal de Seguridad e Higiene y Medio Ambiente de trabajo.

* Este punto fue desarrollado tomando como referencia las notas del Taller de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, elaborado por la Subgerencia de Seguridad e Higiene, de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro .

Las verificaciones formales, pueden realizarse cuando se conocen o se señalan algunas áreas como peligrosas para que el encargado de Seguridad e Higiene dirija su observación en ellas y proponga medidas concretas que puedan ser aplicadas para prevenir los riesgos.

La verificación especial se realiza o se hace a petición de los trabajadores o de la empresa, cuando noten alguna condición insegura en una área de trabajo o cuando ocurra un accidente.

5.3 ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO *

Definición

Es la técnica que integra los elementos del trabajo para mejorar el método de realización.

Esta técnica se viene desarrollando desde hace varios años conociéndose también como análisis de maniobra.

A menos que los detalles de cada operación hayan sido estudiados cuidadosamente, no será posible conocer el mejor modo de desempeñar el trabajo, desde el punto de vista de eficiencia y seguridad.

El ser eficientes es hacer las cosas lo mejor posible y en el menor tiempo posible.

Propósitos

El análisis de trabajo tienen varios propósitos.

1. Proporcionar, medios sistemáticos para convertir la experiencia y conocimiento de los trabajadores en prácticas adecuadas, tratando de eliminar los riesgos.
2. Procurar que los trabajadores sean más conscientes de la seguridad, haciéndolos participar en el establecimiento de prácticas adecuadas de trabajo.
3. Uniformizar los trabajos que se desempeñan en los diferentes departamentos con el fin de normar las maniobras básicas en los mismos.
4. Facilitar el adiestramiento y la capacitación.
5. Reconocer la importancia de la planeación en el trabajo.

* Este punto fue desarrollado tomando como referencia las notas del Taller de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, elaborado por la Subgerencia de Seguridad e Higiene, de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro

METODOLOGÍA

El análisis de trabajo es un método que podemos dividir en varios pasos que son recomendables seguir en este orden.

1. Seleccionar el trabajo que se piensa analizar.

- Esta selección se debe hacer en función de la importancia de los riesgos, que van asociados con el desarrollo de los mismos.
- Algunos trabajos presentan definitivamente más riesgos que otros y por lo tanto se les debe dar prioridad.
- Otra forma de seleccionar los trabajos es en función del mayor número de accidentes causados, la mayor gravedad de los accidentes y trabajos nuevos.

2. Familiarizarse con la maniobra o trabajo.

- Es necesario que para un buen análisis se tenga conocimiento y experiencia sobre la maniobra seleccionada o al menos se esté familiarizado con ella, através de la observación y la interrelación con los trabajadores afectados.

3. Dividir el trabajo en sus fases importantes o actividades principales.

- Esta división consiste en buscar los pasos o etapas que describen que es lo que se hace, aunque sea sin el orden correcto.
- Esta división se debe de hacer en forma tal que no sea demasiado detallada que resulte un número innecesario de pasos, ni tan generalizado que puntos básicos importantes puedan ser omitidos.
- El trabajo se debe dividir en sus pasos básicos naturales.
- En ésta etapa es necesario que nos preguntemos ¿qué acción importante es necesario realizar? Sin preocuparnos por la forma de hacerlo.

4. Ordenarlas en forma secuencial.

- Aunque al dividir el trabajo en sus fases importantes, pudiera ser que se hubiere pasado alguna de ellas u omitido alguna otra; por lo que en ese paso es necesario hacer un repaso de dichas fases para tratar de descubrir alguna falla y corregirla no olvidando su secuencia.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

5. Determinar los puntos clave.

- Después de que el trabajo a sido dividido en sus pasos básicos cada uno debe ser analizado minuciosamente para encontrar la forma más adecuada de realizarlo, en este análisis debe ir implícito el desarrollo de métodos para eliminar los riesgos.

6. Vender la idea.

- Aquí es necesario mostrar el análisis ya hecho a los jefes inmediatos tratando de vender el método argumentando qué es lo mejor en ese momento, y que a sido respaldado directamente por los trabajadores al haberlos hecho participar.

7. Implantar el método.

- Una vez autorizado es necesario difundirlo y llevarlo a la práctica considerando la capacitación para el trabajador si fuera necesario.

8. Hacer seguimiento.

- Ya que el nuevo método ha sido implantado es muy importante que se haga un seguimiento para verificar que en la práctica efectivamente se está llevando a cabo.

VENTAJAS DEL ANÁLISIS DE TRABAJO

El practicar la técnica del análisis de maniobras ofrece varias ventajas que pueden ser:

1. Ampliación y aplicación de conocimientos.

- Los conocimientos que un trabajador tenga de su trabajo los puede aplicar directamente en esta técnica y entre más frecuente sea su aplicación más ampliación habrá entre los mismos.

2. Descubrimiento de fallas u omisiones.

- Cuando más constante sea el análisis de un trabajo, mayor probabilidad habrá de encontrar fallas en el mismo.

3. Mejora de actitud por participación.

- Si a los trabajadores se les permite participar en el análisis de una maniobra que ellos conocen muy bien la actitud hacia el mismo trabajo mejora notablemente, puesto que se sentirá tomado en cuenta.

4. Mejor aceptación.

- Si una maniobra sufre modificaciones después de ser analizada o aún siendo analizada por primera vez, al participar el trabajador en dicho análisis, la aceptación del procedimiento para realizar dicha maniobra, será casi total, teniendo muy pocas probabilidades de rechazarlos por las razones expuestas en el punto 3.

5. Mayor seguridad.

- En cuanto más analizada sea una maniobra tomando en cuenta a todos los trabajadores involucrados, mayor seguridad existirá en su realización.

6. Normalización de procedimientos.

- Un análisis bien hecho es una base para normalizar procedimientos de tal forma que sea útil para el adiestramiento y/o capacitación, tanto para nuevos trabajadores como veteranos.

5.4 METODOLOGÍA PARA LA EJECUCIÓN SEGURA DEL TRABAJO. *

A través del tiempo se a visto en la necesidad de mejorar los procedimientos de trabajo, y reducir además las perdidas por accidentes.

METODOLOGÍA

Ciencia que estudia el modo de decir o hacer con orden una actividad, en forma razonada para lograr un objetivo o resultado determinado.

PROPÓSITO.

Aplicar la metodología para la Ejecución Segura del Trabajo, llevando un orden lógico en la secuencia de actividades evitando accidentes en los procesos de trabajo.

MOTIVO.

Dar a conocer la Metodología en todo el organismo aplicando la previsión, planeación, organización, integración, dirección, y control para una ejecución cada vez más segura.

- Este punto fue desarrollado tomando como referencia las notas del Taller de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, elaborado por la Subgerencia de Seguridad e Higiene, de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro

ETAPAS A SEGUIR EN LA METODOLOGÍA

PREVISIÓN.

En el campo de seguridad todo se inicia con la previsión, es decir, suprimiendo los riesgos y ejerciendo control de lo que no puede eliminarse, teniendo las precauciones posibles, eliminando las improvisaciones, como consecuencia de la falta de procedimientos, frecuentemente no se tienen previsiones o se pueden tomar equivocadamente, se confunden o aluden responsabilidades y generalmente los problemas se complican.

También dentro de esta previsión, está la de capacitar a los trabajadores para que tengan los conocimientos y habilidades para la ejecución de sus labores propias del puesto.

PLANEACION.

Consiste en concebir un fin determinado y preparar las acciones necesarias para alcanzarlo, responde a preguntas esenciales como:

- Qué se pretende hacer.
- Qué resultados se esperan.
- Para qué.
- Por qué.
- Cuando se quiere hacer.
- Qué y quiénes están involucrados.
- Qué recursos se necesitan.
- Cómo se van a controlar los avances o el desarrollo.
- Qué más puntos de referencia servirán de guía para saber si se está en el rumbo correcto o si ha habido desviaciones.
- Analizar conjuntamente entre quién da y quién recibe la orden, lo que se va a hacer.
- Inspeccionar en campo las condiciones de la zona.
- Identificar los requerimientos técnicos y los puntos de riesgo para adoptar las medidas preventivas necesarias (señalamientos, tierras).
- Establecer un programa de trabajo que contemple el orden secuencial de actividades, tiempo para realizarlas, responsabilidades, coordinación, supervisión.

Organización e Integración.

Es establecer una orden sistematizado para el mejor aprovechamiento del tiempo y fuerza en el trabajo.

- Organizar oportunamente por las personas responsables del trabajo los recursos humanos en grupo(s) o cuadrillas que intervendrán según lo planeado para su aprovechamiento.
- Asignar y distribuir las tareas de coordinación, supervisión y operativas de carácter individual y de grupo.
- Reunir los materiales, herramientas y equipos por el personal encargado del trabajo con apoyo del personal operativo conforme a lo programado.

IMPORTANCIA DE LA COMUNICACIÓN EN EL PROCESO ADMINISTRATIVO.

La comunicación es un aspecto clave en el proceso de dirección. La comunicación puede ser definida como el proceso a través del cual se transmite y se recibe información en un grupo social. La administración, necesita sistemas de comunicación eficaces, cualquier información desvirtuada origina confusiones y errores, que disminuyen el rendimiento de grupo y que van en detrimento del logro de los objetivos.

La comunicación consta de tres elementos básicos:

EMISOR. En donde se origina la información.

CANAL. A través del cual fluye la comunicación.

RECEPTOR. Que recibe y debe entender la información.

Con el fin de facilitar el entendimiento de la comunicación, se mencionará su clasificación más sencilla:

1. FORMAL. Aquella que se origina en la estructura formal de la organización y fluye a través de los canales organizacionales. **Ejemplo:** Correspondencia, instructivos, manuales, órdenes, etc.

2. INFORMAL. Surge de los grupos informales de organización y no sigue los canales formales, aunque se puede referir a la organización. **Ejemplos:** chismes, comentarios, opiniones.

Estos dos tipos de comunicación a su vez pueden ser:

A. VERTICAL. Cuando fluye de un nivel administrativo superior, a uno inferior o viceversa, quejas, reportes, ordenes, instrucciones.

B. HORIZONTAL. Se da en niveles jerárquicos semejantes: Memorando, circulares, juntas, etc.

C. **VERBAL.** Se transmite oralmente.

D. **ESCRITA.** Mediante material escrito o gráfico.

Una buena comunicación implica la existencia de:

1. **CLARIDAD.** La comunicación debe ser clara; para ello, el lenguaje en que se exprese y la manera de transmitirla, deben ser accesibles para quien va dirigida.

2. **EQUILIBRIO.** Todo plan de acción administrativo debe acompañarse del plan de comunicación para quienes resulten afectados.

3. **MODERACIÓN.** La comunicación debe ser la estructura necesaria y lo más concisa posible, ya que el exceso de información puede originar burocracia e ineficiencia.

4. **DIFUSIÓN.** Preferentemente, toda la comunicación formal del organismo debe efectuarse por escrito, evitando papeleo excesivo.

5. Los sistemas y canales de comunicación deben revisarse y perfeccionarse periódicamente.

REGLAS PARA MEJORAR LA COMUNICACIÓN

1. Aclarar ideas antes de comunicarlas.

2. Determinar y evaluar el propósito de cada mensaje.

3. Planear la comunicación, asesorándole con la opinión de otros miembros de la organización.

4. Seguir y evaluar la comunicación.

5. Oportunidad en cuanto a tiempo y lugar.

6. Apoyar la comunicación con las acciones propias del emisor.

7. Tratar no solo de ser comprendido sino de comprender, escuchar con empatía.

DIRECCIÓN Y EJECUCIÓN

Es la etapa medular sobre la Ejecución Segura del Trabajo, en la cual tenemos que concentrar las fases anteriores ya vistas y comprendidas, aquí operan la dirección las líneas de mando, los procesos de trabajo, los puntos críticos (prueba que no exista corriente y pon tus tierras, protege la zona de trabajo), la

METODOLOGÍA, las Normas, los factores de operación, los recursos en general aquí es donde se integran al personal de mando y al operativo, el uso de los útiles y equipos de Seguridad conforme a lo planeado.

La clara comunicación entre los grupos de trabajo, resolviendo imprevistos, aclarando toda duda existente, pasos de la ejecución de acuerdo a lo planeado en oficina y en el campo incluyendo aspectos de capacitación y disciplina.

SUPERVISIÓN.

Con la ejecución del trabajo se inicia la supervisión de lo que está ocurriendo, estando alerta de lo que se esta haciendo, analizando las desviaciones detectadas, corrigiendo y tomando decisiones para superar las inevitables contingencias que puedan ocurrir.

La supervisión debe de ser del Jefe, principalmente, y entre los grupos de trabajo, porque todos tienen la responsabilidad de trabajar y cuidarse como grupo de trabajo.

- Vigilar que los procedimientos de trabajo y los proyectos de construcción e instalación sean depurados de riesgos.
- Vigilar que la capacitación para todos los puestos, desde el más alto nivel hasta el más modesto trabajador, incluya la seguridad al trabajo.
- Vigilar que los trabajos se hagan de acuerdo a lo planeado, evitando desviaciones que puedan provocar actos inseguros.
- Vigilar que las adquisiciones y la dotación de materiales y equipos satisfagan las Normas de Seguridad.
- Vigilar que haya un plan y programa de seguridad por sencillo que sea y que se cumpla.
- Vigilar que concluido un trabajo se retiren materiales, equipos, herramientas, tierras y señalizaciones de la zona de trabajo, así como la devolución de licencia en su caso, o permisos con la seguridad de que todo el personal está fuera de peligro.

CONTROL

El control significa detectar las desviaciones en la **METODOLOGÍA** para tomar la acción inmediata sobre una situación y modificarla cuando sea necesario. El ejercicio del control es indispensable para el logro de metas y objetivos, debiendo tener los siguientes elementos.

- Tener las Normas o puntos de referencia para juzgar si hay desviación.
- Contar con la información completa y oportuna que sea confiable.
- Hacer el seguimiento para observar los efectos de la acción correctiva.

Mientras más fresca, oportuna y verídica sea la información, mayor será la efectividad en el control.

EVALUACIÓN.

Es el grado de cumplimiento alcanzado de acuerdo a un programa establecido en sus procesos de trabajo y objetivos fijados en base a lo planeado.

En la METODOLOGÍA, el propósito de la evaluación es que el trabajador haya aprendido los pasos a seguir en el desempeño de sus actividades y principalmente que no se haya accidentado.

Si hubiera problemas en los resultados del trabajo o accidentes se investigaran las causas para corregirlas, si los procesos de trabajo estuvieran equivocados, debemos corregirlos, valorando lo programado contra lo que se realizó; elaborando un informe de todo lo sucedido.

VENTAJAS DE LA METODOLOGÍA.

- Apoya establecer procesos de nuevos trabajos.
- Se toma la decisión de poner por escrito los métodos y procedimientos de actividades en una Empresa.
- Se crean Normas y procedimientos para la Ejecución Segura del Trabajo.
- Procura que los trabajadores sean más consistentes de su seguridad.
- Unifica criterios en los trabajos similares que se desempeñen en diferentes áreas.
- Facilita el adiestramiento y la Capacitación. Si los trabajadores participan en esta METODOLOGÍA, la actividad hacia el trabajo mejorará notablemente.

En cuanto mejor esté analizada una actividad tomando en cuenta todos los pasos a seguir de acuerdo a la METODOLOGÍA y todos los posibles riesgos habrá mayor seguridad en su realización.

Reconocer la importancia de la planeación, en la buena ejecución del trabajo. Por medio de la **METODOLOGÍA** se han hecho los perfeccionamientos continuos en las formas, reportes y registros. Es por tanto, un campo de actividad y desarrollo indispensable de la Administración.

Facilita evaluar la cantidad y calidad, para modificar desviaciones en base a los resultados de nuevas tecnologías del proceso de trabajo.

5.5 INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES *

La investigación de un accidente es una de las actividades más importantes dentro de un programa de prevención de riesgos. A través de esta investigación se podrá detectar, una serie de fallas o causas que lo provocaron; y de no corregirse se continuarán teniendo accidentes similares.

METODOLOGIA

Accidente de trabajo.

Es toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior, o la muerte, producida repentinamente en ejercicio, o con motivo del trabajo, cualesquiera que sea el lugar y el tiempo en que se presente.

Quedan incluidos en la definición anterior los accidentes que se produzcan al trasladarse el trabajador directamente de su domicilio al lugar de trabajo y de éste a aquél.

Uno de los procedimientos es la práctica y la experiencia en el trabajo en la cuál deberán verificar cuidadosamente y lo más pronto posible el lugar mismo en que ocurrió el accidente, tratando de reconstruir la historia de los acontecimientos tanto como resulte práctico el hacerlo; entrevistar a los testigos sobre la forma en que ocurrió el accidente, quien salió lesionado, dónde ocurrió, cuándo, porqué, cuáles fueron los factores que contribuyeron a que el accidente se produjera.

Tratar de obtener la información lo más verídica posible. Aplicando la fórmula fundamental en cualquier técnica de investigación que es "Nunca acepte nada como un hecho evidente hasta que no haya sido probado".

La investigación servirá para mostrar la relación existente entre los actos y condiciones inseguras que formarán parte de la concatenación de factores y circunstancias que llevaron a la ocurrencia del accidente.

* Este punto fue desarrollado tomando como referencia las notas del Taller de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, elaborado por la Subgerencia de Seguridad e Higiene, de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro

POLITICAS

- Buscar causas, "no culpables".
- Debe realizarse paritariamente.
- Realizarse oportunamente (lo antes posible).
- Elaborar información propia y evaluar información complementaria.
- Considerar afirmaciones de testigos presenciales.
- Evitar juicios y afirmaciones genéricas.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Testigos, trabajadores que a través de las entrevistas indicarán lo relacionado con el accidente, lo que sucedió y cómo pudo suceder.
- Documentos, órdenes de trabajo, relatorios, reporte de pruebas, quejas, normas de equipo, métodos, procedimientos de trabajo.
- Posiciones .- Ubicación física de las personas con relación a las cosas e instalaciones involucradas en el accidente.
- Equipos , herramientas y/o materiales.- Estado físico antes y después de ocurrir el accidente, considerar también la ausencia de éstos.

RECOMENDACIONES PARA LA INVESTIGACIÓN DEL ACCIDENTE.

- Tener una imagen del escenario y para ello de preferencia visitar el lugar.
- Recopilar y analizar documentos relacionados con el trabajo.
- Preparar un cuestionario de puntos importantes para detectar fallas en la planeación, organización, supervisión y control del trabajo.

LA ENTREVISTA

- Será determinante en su éxito o fracaso. Una entrevista no es un concurso, evite el ataque, el uso excesivo de vocabulario técnico, hable con las personas, no contra ellas, hábleles poniéndose en el mismo nivel.

ESTRATEGIA PARA LA DESCRIPCIÓN DE LAS PREGUNTAS.

- Se deben hacer lo antes posible, para evitar se olviden detalles.
- Ser ordenadas cronológicamente, con relación a los sucesos.
- Crear un ambiente cordial, advirtiendo que la finalidad es la de evitar su repetición.
- Aplicar en forma individual (de preferencia).
- Clasificar las preguntas y las respuestas en:
 - a) Datos
 - b) Opiniones de lo mal echo.
 - c) Opiniones de lo bien echo.
 - d) Opiniones, emociones, (creo... imagino... presiento).
 - e) Solicitar colaboración, para aporte de información posterior que hubiera sido olvidada.
 - f) Rehacer la escena de ser posible, en el lugar del accidente.

CRITERIO PARA LA DESCRIPCIÓN DEL ACCIDENTE

- a) **LUGAR:** Ubicación exacta.
- b) **MOMENTO:** fecha y hora aproximada del suceso.
- c) **FORMA EN QUE SUCEDIÓ.**
 - Orden de trabajo.
 - Personal propio y/o ajeno que intervino y porqué.
 - Posiciones del accidente e involucrados.
 - Qué estaba (n) haciendo (trabajo general, maniobra).
 - Con qué se lesionó o agente (piso, energía eléctrica, vehículo, etc).
 - Tipo de lesión (contusión, herida, politraumatismo).

- Parte del cuerpo lesionado.
- Grado de lesión.
- Continuidad del trabajo (si el accidentado y/o sus compañeros suspendieron o continuaron con la labor).
- Intervención de autoridades propias y/o ajenas (quiénes y cómo intervinieron).
- Aplicación de primeros auxilios (quien los proporcionó).
- Traslado (si lo hubo, por quién y por qué medio).

CUESTIONARIO PARA LA INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES

Para facilitar todo esto que contempla la investigación del accidente se deberá utilizar el siguiente formato (cuestionario para la investigación de accidentes).

Su contenido es el siguiente :

Datos generales.

- I Datos del accidentado.**
- II Datos del accidente.**
- III Características del accidente.**
- IV Medidas correctivas.**
- V Medidas preventivas.**

5.6 ESTADISTICA. *

La Estadística es una herramienta importante, que permite conocer conceptos determinantes para análisis y toma de decisiones, que para el caso que nos ocupa, las características de la ocurrencia de los accidentes, los riesgos de trabajo que impactan en el desarrollo laboral, social y económico de la Entidad.

La mayoría de los accidentes y enfermedades de trabajo son el resultado de la combinación de riesgos físicos de una actitud errónea y en algunos casos, situaciones fortuitas. Las acciones fundamentales para prevenir y evitar los accidentes son:

* Este punto fue desarrollado tomando como referencia las notas del Taller de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, elaborado por la Subgerencia de Seguridad e Higiene, de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro

Primero: Controlar todos los accidentes por leves que sean.

Segundo: Reportarlos e investigarlos para tener una fuente de información que permita establecer medidas preventivas e inmediatas y/o integrar la Seguridad al trabajo en todos los niveles del Organismo.

Consideraremos varios conceptos que facilitan la elaboración de la Estadística local, así como el análisis particular o global de las características en que se desarrolló el fenómeno accidente. La tendencia deberá estar siempre enfocada a disminuir tanto la gravedad como la frecuencia de accidentes.

METODOLOGIA

ESTADÍSTICA.- Es una ciencia que tiene por objeto agrupar y estudiar metódicamente datos y hechos que se presentan a una evaluación cuantitativa y cualitativa.

Para la elaboración de la estadística local de accidentes se deben de considerar las siguientes fuentes de información:

1. Formato ST-1.

"Probable Riesgo de trabajo". Permite conocer la calificación del riesgo.

2. Formato ST-2.

"Dictamen de alta por riesgo de trabajo". Muestra si el accidente fue considerado como riesgo profesional y los días de incapacidad temporal que ocasionó".

3. Formato ST-3.

"Dictamen de incapacidad permanente, total o parcial". Indica si fue considerada como riesgo profesional, así como el porcentaje de la indemnización y la fecha de ésta.

4. "Cuestionario para la investigación del accidente". Concentra la información del accidente, determina las fallas o errores que lo facilitaron, así como las acciones específicas a realizar para la eliminación de actos y condiciones inseguras. Este formato contiene los siguientes datos:

| | |
|---------------------------------------|--|
| DATOS GENERALES. | Identifica la Gerencia, Departamento y Sección, así como el domicilio de ésta. |
| DATOS DEL ACCIDENTADO. | Denota la información particular del accidentado. |
| DATOS DEL ACCIDENTE. | Muestra la información básica del accidente. |
| CARACTERÍSTICAS DEL ACCIDENTE. | Proporciona los datos que permiten dar una clasificación de los hechos. |
| MEDIDAS CORRECTIVAS. | Indica qué medidas inmediatas se adoptaron después del accidente. |
| MEDIDAS PREVENTIVAS. | Son las recomendaciones que de acuerdo a las conclusiones se deben aplicar. |

5. RECOPIACIÓN DE DATOS.

Es importante integrar todos los datos de los accidentes y enfermedades de trabajo, haciendo una buena investigación en cada caso.

6. ORDENAMIENTO DE DATOS.

Consiste en agruparlos, utilizando un código preestablecido que contemple todas las situaciones que se puedan presentar.

7. ANÁLISIS DE DATOS.

Una vez que se cuenta con la información ordenada y completa se analizará para determinar que circunstancias tuvieron mayor incidencia o influencia.

8. CLASIFICACIÓN DE DATOS.

Dentro de esta clasificación, deben considerarse las solicitadas por la Secretaría de Trabajo y Previsión Social, NOM-021, así como todas las demás que orienten para su análisis futuro.

9. INDICE DE FRECUENCIA.

Otra responsabilidad al hacer la Estadística Local de Accidentes, es la de conocer las pérdidas económicas que se tienen al producirse el fenómeno accidente, acción que permita captar la atención de las personas encargadas de definir los recursos para la prevención de los mismos.

El Índice de Frecuencia, indica la cantidad de accidentes incapacitantes reportados por cada millón de horas-hombre de exposición.

Su expresión matemática es la siguiente:

$$IF = (\text{CANT. DE ACCID. INCAP.} \times 1,000,000) / \text{HRS. HOMBRE DE EXPOSIC.}$$

Los accidentes con incapacidad, se consideran la sumatoria de los accidentes que tienen de un día o más de incapacidad, el documento de preferencia es la ST-2 emitida por el I.M.S.S.

En donde la cantidad de horas – hombre de exposición es igual a la cantidad de trabajadores adscritos a la Gerencia, Subgerencia o Departamento, por un factor de 1900 que resulta de considerar las horas promedio que trabaja una persona durante un año en Luz y Fuerza, de acuerdo a los días no laborales y vacaciones que otorga el Contrato Colectivo de Trabajo.

El factor de un millón, se toma de acuerdo a las Normas Internacionales que definen el cálculo del Índice de Frecuencia.

10. INDICE DE GRAVEDAD.

Indica la cantidad de días perdidos por incapacidad por cada mil horas – hombre de exposición.

Su expresión matemática es la siguiente:

$$IG = \text{TOTAL DE DIAS DE INCAPAC.} \times 1,000 / \text{HRS. - HOMBRE DE EXPOSIC.}$$

El resultado matemático, nos indica la cantidad de días de incapacidad por cada mil horas – hombre de exposición.

Aquí, las horas–hombre de exposición se calculan de la misma manera que para el caso del índice de frecuencia; el total de días de incapacidad, se calcula sumando todos los días de incapacidad originados por cada accidente, y el factor de mil es de acuerdo a las Normas Internacionales establecidas para este cálculo. Si se desea calcular los Índices de Frecuencia y Gravedad mensual, sólo cambiará el factor para sacar las horas – hombre de exposición de 1900 a 158.3.

11. ANÁLISIS DE LA ESTADÍSTICA LOCAL.

Una vez agrupados y clasificados los accidentes y enfermedades ocurridos, se pueden expresar por medio de gráficas de tipo columnas, barras lineales, continuas, de pastel o histogramas; un ejemplo de éstas agrupaciones son las mostradas en las Estadística Anual de Accidentes que realiza la Subgerencia de Seguridad e Higiene.

Analizando la tendencia de éstas, se puede conocer en dónde, a qué trabajadores, qué actos y condiciones inseguras y qué lesión producen los accidentes, teniendo bases para definir acciones a corto y mediano plazo para que estos disminuyan. Al comparar los Índices de Frecuencia y Gravedad con los obtenidos en meses anteriores, se puede conocer si las acciones que se están adoptando son las adecuadas, ya que estos son un buen indicativo de cómo se está dando la accidentalidad en las áreas.

12. DIFUSIÓN DE LA ESTADÍSTICA LOCAL

La Estadística local es una herramienta básicamente preventiva, para que no se repitan ciertos tipos de accidentes, debe tener la difusión a todos los niveles, de la empresa.

EJEMPLO :

REPORTE DE ACCIDENTES MORTALES 1992 - 1996

| CAUSA | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | TOTAL |
|--------------|----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|
| ELECTRICA | 5 | 2 | 3 | 1 | 3 | 14 |
| OTRAS CAUSAS | 3 | 2 | 3 | 3 | 5 | 16 |
| EN TRAYECTO | 1 | 6 | 4 | 1 | 0 | 12 |
| TOTAL | 9 | 10 | 10 | 5 | 8 | 42 |

Tabla 5.1 Fuente " Compañía de Luz y Fuerza del Centro "

Capítulo 6.

CAPITULO 6

DIAGNOSTICO SITUACIONAL

Diagnostico situacional para la prevención del riesgo eléctrico.

Dado que el diagnostico situacional es la identificación de los riesgos de trabajo mediante inspecciones de seguridad, debemos entonces definir este concepto: La inspección de seguridad es la técnica analítica previa al accidente/ incidente más conocida y más practicada como medio para detectar y controlar los peligros potenciales susceptibles de ocasionar pérdidas que afecten a las personas o a la propiedad.

Si la inspección es para descubrir peligros físicos observaremos las cosas en el lugar que están. Si es para descubrir peligros físicos y actos inseguros observaremos también a la gente, así podemos realizar el mapa de riesgos, es decir la localización espacial y/o funcional de las áreas problemáticas.

Considerando que la inspección es un recorrido sensorial, un cuestionamiento, preguntas a los trabajadores, verificación de documentación, etc; que se compara con alguna normatividad.

El diagnostico situacional consta fundamentalmente de la identificación de riesgos y posteriormente la evaluación de ellos. Incluyendo una hoja de reporte así como los instructivos del llenado.

Con el fin de tener una información cualitativa y cuantitativa que permita una calificación del estado que guarda la instalación con respecto a la prevención de riesgos eléctricos en el momento que se realizó, y poder evaluar las mejoras, se proponen elementos numéricos de calificación que cumplan la función de indicadores para la matriz de resultados.

6.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

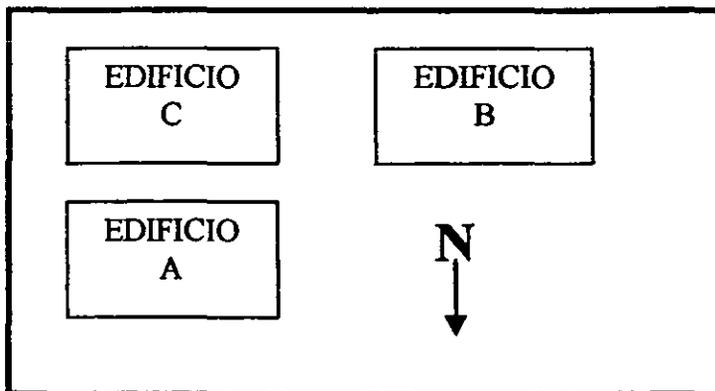
Elementos generales de una Instalación Eléctrica más importantes a considerar para identificar los riesgos posibles dentro de la Institución.

1. Acometida y equipo de acometida.
2. Equipo de acometida – medios de desconexión.
3. Equipo de acometida - protección contra sobrecorriente.
4. Tableros de distribución.
5. Circuitos derivados.
6. Protección contra sobrecorriente.
7. Puesta a tierra.
8. Equipos de procesamiento de datos y de computo.
9. Maquinaria industrial "Motores".
10. Instalaciones provisionales.

Para el recorrido se dividió el plantel en tres partes:

- I Edificio A
- II Edificio B
- III Edificio C

PLANTEL DE LA ESCUELA "CETIS No. 2"



Posteriormente para visualizar ampliamente se dividió en nueve áreas comunes:

1. Almacenes
2. Local que alberga los gabinetes del equipo de servicio y acometida
3. Baños
4. Biblioteca
5. Laboratorios
6. Oficinas
7. Salones
8. Talleres
9. Tableros de distribución

Por medio de un recorrido sensorial, preguntas a los encargados de la instalación eléctrica, documentación, etc; se verificó el cumplimiento de las especificaciones en cuanto a los formatos de cada rubro. Y se procedió al llenado de éstas.

1. ACOMETIDA Y EQUIPO DE ACOMETIDA.¹

Lugar _____ Fecha ____ de _____ de 2001

| VERIFICACIÓN DE: | REGLA | CUMPLE SI NO | OBSERVACION |
|-------------------------|---|--------------|-------------|
| Canalizaciones o cables | - Solo los conductores de acometida deben instalarse en el mismo cable y canalización. Excepto los conductores de puesta a tierra. | | |
| Equipo de Acometida | - Las partes energizadas del equipo de acometida deben cubrirse o resguardarse. - Se deben poner a tierra las envolventes y canalizaciones metálicas de los conductores y el equipo de acometida. | | |
| Espacio de trabajo | - Se deberá proveer un espacio de trabajo suficiente, que permita una operación segura, inspección y reparación al equipo de acometida. En ningún caso este espacio debe ser menor al especificado en 110-16 y debe cumplir con lo establecido en 110-18. | | |

Capítulo 2. Artículo 30 ACOMETIDAS NOM 001 SEDE 1999

1. Norma Oficial Mexicana 001 SEDE 1999 (ACOMETIDAS). Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de Septiembre de 1999. Páginas 52 -63, de la Segunda Sección.

2. EQUIPO DE ACOMETIDA - MEDIOS DE DESCONEXIÓN.¹

Lugar _____ Fecha ___ de _____ de 2001

| VERIFICACIÓN DE: | REGLA | CUMPLE SI NO | OBSERVACION |
|--|--|--------------|-------------|
| Ubicación | - Los medios para desconectar la acometida deben ser instalados, ya sea dentro o fuera de un edificio u otra estructura, en un lugar de rápido acceso en el punto más cercano de entrada de los conductores de acometida y a una distancia no mayor a 5m. Del equipo de medición. - El medio de desconexión de la acometida no se debe instalar en cuartos de baño. | | |
| Apropiado para el uso | - Todos los medios de desconexión de la acometida deben ser adecuados para las condiciones que se den en la misma. El equipo de desconexión instalado en lugares peligrosos debe cumplir los requisitos de los artículos 500 a 517 NOM-001 SEDE 1999. | | |
| Número de desconectores | - El medio de desconexión de la acometida debe consistir en no más de seis interruptores de circuitos instalados en un tablero de control. | | |
| Marcado | - Cada medio de desconexión debe estar marcado para indicar la carga que soporta. | | |
| Apertura simultanea de los polos. | - Cada medio de desconexión de la acometida debe desconectar simultáneamente todos los conductores de fase controlados por el sistema de alambrado del usuario. | | |
| Desconexión del conductor puesto a tierra. | - Cuando el medio de desconexión de la acometida no desconecte el conductor de tierra del sistema de alambrado del usuario, debe instalarse otro medio en el equipo de acometida (zapata u otro conector). | | |
| Operación manual o eléctrica. | - Los medios de desconexión de los conductores de fase de la acometida deben consistir en: 1. Un desconectador de accionamiento manual o un interruptor automático, equipado con una manija u otro medio adecuado para accionamiento. 2. Un desconectador accionado eléctricamente o un interruptor automático. | | |
| Capacidad del equipo de desconexión. | - Los medios de desconexión de la acometida deben tener una capacidad nominal no menos que la carga a servir. | | |
| Indicación de la posición. | - Los medios de desconexión deberán indicar claramente si está en posición abierta o cerrada. | | |

3. EQUIPO DE ACOMETIDA - PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE.¹

Lugar _____ Fecha ____ de _____ de 2001

| VERIFICACIÓN DE: | REGLA | CUMPLE SI NO | OBSERVACIONES |
|---|---|-----------------|---------------|
| Protección contra sobrecorriente en los conductores de fase | - Dicha protección debe consistir en un dispositivo contra sobrecorriente en serie con cada conductor de fase de la acometida que tenga una capacidad nominal no superior a la capacidad de conducción de corriente del conductor. | | |
| Ubicación de la protección contra sobrecorriente | - El dispositivo de protección contra sobre corriente debe formar parte integrante del medio de desconexión de la acometida y debe estar situado en un lugar adyacente a ellos. | | |
| Ubicación en caso de más de un inmueble | - Deben estar ubicados en el inmueble servido o en otro inmueble de la misma propiedad siempre que estén accesibles a los ocupantes de dicho inmueble. | | |
| Dispositivos de protección contra sobrecorriente de la acometida bajo llave | - Cuando los dispositivos de protección contra sobrecorriente de la acometida estén bajo llave o no son accesibles por cualquier otra razón, se debe instalar dispositivos de sobrecorriente en los circuitos derivados en el lado de las cargas, instaladas en un lugar fácilmente accesibles y deben ser de menor capacidad nominal que el dispositivo de sobrecorriente de la acometida. | | |
| Requisitos de protección contra sobrecorriente | - Un dispositivo de protección contra cortocircuitos debe ser provisto en el lado de la carga o como parte integral de la desconexión de la acometida, y deberá proteger a todos los conductores de fase que dependan de él. El dispositivo de protección debe ser capaz de detectar e interrumpir cualquier corriente eléctrica que supere su punto de disparo o de fusión y que pueda producirse en la instalación. Se debe considerar que un fusible de capacidad nominal continua que no supere al triple de la capacidad de conducción de corriente del conductor o un interruptor automático con un valor de disparo que no supere en seis veces la capacidad de conducción de corriente de los conductores, ofrece protección adecuada contra cortocircuitos | | |

Capítulo 2. Artículo 30 ACOMETIDAS NOM 001 SEDE 1999

4. TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN.²

Lugar _____ Fecha ____ de _____ de 2001

| VERIFICACIÓN DE: | REGLA | CUMPLE SI NO | OBSERVACION |
|---|---|-----------------|-------------|
| Ubicación | <ul style="list-style-type: none"> - Los tableros de distribución que tengan partes vivas expuestas, deben estar ubicados en lugares permanentemente secos, donde estén vigilados y sean accesibles sólo a personas calificadas. - Deben instalarse de modo que la probabilidad de daño por equipo o proceso sea mínima. - La probabilidad de que transmitan el fuego a materiales combustibles adyacentes sea mínima. | | |
| Construcción | <ul style="list-style-type: none"> - Los paneles de los tableros de distribución deben ser de material no combustible y resistente a la humedad. | | |
| Conexión a tierra | <ul style="list-style-type: none"> - Los gabinetes del equipo de servicio deberán estar conectados a tierra adecuadamente. - Los marcos de los tableros de distribución y las estructuras que soportan los elementos de desconexión, deben estar puestos a tierra. | | |
| Directorio (Identificación y señalización) de los circuitos | <ul style="list-style-type: none"> - Los tableros de distribución deben tener un directorio en el frente de la puerta o en el interior. | | |

Capítulo 3. Artículo 84 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN Y PÁNELES DE ALUMBRADO Y CONTROL NOM 001 SEDE 1999.

2. Norma Oficial Mexicana 001 SEDE 1999 (TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN Y PÁNELES DE ALUMBRADO Y CONTROL). Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de Septiembre de 1999. Páginas 76 - 80 de la Tercera Sección.

5. CIRCUITOS DERIVADOS.³

Lugar _____ Fecha ___ de _____ de 2001

| VERIFICACIÓN DE: | REGLA | CUMPLE SI NO | OBSERVACIONES |
|---|--|-----------------|---------------|
| Código de colores | <ul style="list-style-type: none"> - El conductor puesto a tierra de un circuito se debe identificar mediante un color continuo blanco o gris claro. - Los conductores puestos a tierra de los demás sistemas (en la misma canalización, caja u otro tipo de envolvente), deberán tener forro exterior de color blanco con una tira de color identificable (que no sea verde). | | |
| Conductor de puesta a tierra de los equipos | <ul style="list-style-type: none"> - El conductor de puesta a tierra de los equipos de un circuito derivado, se debe identificar por un color verde continuo solamente o con una o más franjas amarillas, excepto si esta desnudo. | | |

Capítulo 2. Artículo 10 CIRCUITOS DERIVADOS NOM 001 SEDE 1999

3. Norma Oficial Mexicana 001 SEDE 1999 (CIRCUITOS DERIVADOS). Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de Septiembre de 1999. Páginas 29 - 37 de la Segunda Sección.

6. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE.

Lugar _____ Fecha ____ de _____ de 2001

| VERIFICACIÓN DE: | REGLA | CUMPLE SI NO | OBSERVACION |
|---|--|-----------------|-------------|
| Protección de los conductores | - Los conductores que no sean cordones flexibles y cables de aparatos eléctricos, se deben proteger contra sobrecorriente según su capacidad de conducción de corriente. | | |
| Localización en el circuito | - El dispositivo de sobrecorriente se debe conectar a cada conductor de fase del circuito. | | |
| Protección en alimentadores y circuitos derivados | - Los conductores de los alimentadores y de los circuitos derivados deben estar protegidos por dispositivos de protección contra sobrecorriente conectados en el punto en el que los conductores reciben la energía. | | |
| Conductores puestos a tierra | - Ningún dispositivo de sobrecorriente se debe conectar en serie a un conductor que este intencionadamente puesto a tierra. | | |
| Ubicación en el sistema de alambrado de usuarios. | - Los dispositivos de sobrecorriente deben ser fácilmente accesibles. - En un edificio, todos los ocupantes deben tener fácil acceso a todos los dispositivos de sobrecorriente que protejan a los alimentadores del edificio. - Los dispositivos de sobrecorriente deben estar situados donde no queden expuestos a daño físico. - Alejados de materiales fácilmente combustibles. - Fuera de los cuartos de baño | | |
| Envolventes | - Los dispositivos de sobrecorriente deben estar encerrados en envolventes o cajas para cortocircuitos. Excepción 1. Cuando vayan montados en tableros de distribución. Excepción 2. Se permite que la manija de accionamiento de un interruptor sea accesible sin necesidad de abrir ninguna tapa o puerta. | | |
| Posición vertical | - Las cubiertas de dispositivos de sobrecorriente se deben montar en posición vertical. | | |
| Medios de desconexión para los fusibles. | - Se deben instalar medios de desconexión en el lado de suministro de todos los fusibles en circuitos de más de 150v. a tierra y en los fusibles de cartucho de cualquier tensión eléctrica, cuando sean accesibles a personal no calificado, de modo que cada circuito protegido con fusible se pueda desconectar independientemente de la fuente de energía eléctrica. | | |

Continua...

| VERIFICACIÓN DE: | REGLA | CUMPLE SI NO | OBSERVACION |
|---------------------------|--|--------------|-------------|
| Resguardo | - Las partes que puedan formar arco eléctrico o moverse de repente deben cumplir: Los fusibles e interruptores deben estar situados o blindados de manera que las personas que los manipulen no se quemen ni sufran otro tipo de daño. - Las manijas o palancas de los interruptores y otras partes similares que se puedan mover de repente de modo que pudieran herir a las personas que hubiera en la cercanía, deben estar resguardadas o separadas | | |
| Fusibles | - No se deben utilizar fusibles a presión ni portafusibles en circuitos de mas de 127v. Entre conductores. | | |
| Marcado de capacidad | - Todos los fusibles, portafusibles y adaptadores deben llevar una marca con su capacidad nominal. | | |
| Modo de funcionamiento | - Los interruptores automáticos de circuitos deben ser de disparo libre y se deben poder abrir y cerrar manualmente. | | |
| Indicación de posición | - Los interruptores automáticos de circuitos deben indicar claramente si están en posición abierta "desconectado" o cerrado "conectado". | | |
| No manipulables | - Un interruptor automático de circuito debe estar diseñado de modo que cualquier alteración de su punto de disparo (calibración) o del tiempo necesario para su funcionamiento, exija desmontar el dispositivo o romper un sello para realizar ajustes. | | |
| Marcas | - Los interruptores automáticos de circuitos deben estar marcados con su capacidad de corriente eléctrica nominal de forma duradera y visible después de instalarlos. Se permiten que tales marcas sean visibles quitando una tapa o protección. - Los interruptores automáticos de circuitos de 100A. nominales o menos y 600v. nominales o menos deberán llevar su capacidad de corriente eléctrica nominal moldeada, estampada, grabada o marcada de algún modo similar en la manija de operación o en cualquier parte de su escudo. | | |
| Corriente de interrupción | - Todos los interruptores automáticos de circuitos con corrientes de interrupción distintas de 5000A. deben llevar visible el valor de su corriente de interrupción. | | |

240 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE NOM 001 SEDE 1999

4. Norma Oficial Mexicana 001 SEDE 1999 (PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE).
Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de Septiembre de 1999.
Paginas 63 - 71. de la Segunda Sección.

5

7. PUESTA A TIERRA.

Lugar _____ Fecha ____ de _____ de 2001

| VERIFICACIÓN DE: | REGLA | CUMPLE SI NO | OBSERVACION |
|--------------------------------|---|--------------|-------------|
| Puesta a tierra de los equipos | <ul style="list-style-type: none"> - Las partes metálicas expuestas del equipo fijo que no estén destinadas a transportar corriente, deben ponerse a tierra. - Si están a menos de 2.5m. en vertical o de 1.5m. en horizontal de tierra u objetos metálicos puestos a tierra y que puedan entrar en contacto con personas. - Cuando estén instalados en lugares mojados o húmedos y no estén aislados. - Cuando el equipo funcione con cualquier terminal a más de 150v. a tierra. <p>Excepción: no es necesario poner a tierra equipo aprobado y listado como protegido por un sistema de doble aislamiento o equivalente.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se deben poner a tierra, independientemente de su tensión eléctrica nominal, las partes metálicas expuestas y no conductoras de corriente eléctrica de los equipos. - Los armazones y estructuras de tableros de distribución en los que este instalado equipo de interrupción . - Los armazones de motores. - El equipo conectado con cordón y clavija - En construcciones no-residenciales: <ol style="list-style-type: none"> 1. Los refrigeradores, congeladores y aparatos eléctricos de aire acondicionado 2. Las lavadoras, secadoras, lavavajillas, computadoras electrónicas y equipo de proceso de datos. 3. Las herramientas manuales a motor, las herramientas fijas a motor, las herramientas ligeras industriales a motor. 4. Los aparatos eléctricos conectados con cordón y clavija utilizados en lugares húmedos y mojados por personas que permanecen de pie sobre el suelo o sobre suelos metálicos. 5. Las herramientas que se pueden utilizar en lugares mojados o conductores. 6. Las portalámparas portátiles. | | |

Capítulo 2. Artículo 50 PUESTA A TIERRA NOM 001 SEDE 1999.

5. Norma Oficial Mexicana 001 SEDE 1999 (PUESTA A TIERRA). Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de Septiembre de 1999. Páginas 71 - 95 de la Segunda Sección.

8. EQUIPOS DE PROCESAMIENTOS DE DATOS Y DE COMPUTO.

6

Lugar _____ Fecha ___ de _____ de 2001

| VERIFICACIÓN DE: | REGLA | CUMPLE SI NO | OBSERVACION |
|-----------------------|---|-----------------|-------------|
| Medios de desconexión | <ul style="list-style-type: none"> - Debe existir un medio de desconexión del suministro de energía para todo el equipo eléctrico, en el local de computo electrónico. Análogamente para desconectar todo el sistema de aire acondicionado exclusivo para el local. - Estos medios de desconexión deben estar agrupados e identificados y deben ser controlados desde un sitio accesible fácilmente en las principales puertas de salida. Se permite un medio único que controle ambos. | | |
| Equipo | <ul style="list-style-type: none"> - Sólo equipo aprobado para procesamiento de datos y cómputo electrónico en el local. - Area únicamente ocupada por el personal calificado para la operación y mantenimiento del equipo de procesamiento de datos y cómputo electrónico. | | |
| Local | <ul style="list-style-type: none"> - El local de computo debe estar separado de los otros locales por paredes, pisos y techos clasificados como resistentes al fuego y con aberturas protegidas. - El local de computo no debe usarse para el almacenamiento de combustibles, excepto de los necesarios para la operación del equipo de un día para otro. | | |
| Puesta a tierra | <ul style="list-style-type: none"> - Todas las partes metálicas expuestas, que no transporten corriente eléctrica, de un sistema de proceso de datos y computo electrónico deben ponerse a tierra o deben ser de doble aislamiento. | | |
| Marcado | <ul style="list-style-type: none"> - Cada unidad de un sistema de procesamiento de datos que vaya a ser alimentado por un circuito derivado debe estar provista de una placa de datos con el nombre del fabricante, tensión eléctrica de suministro, frecuencia nominal y la máxima carga nominal (A). | | |

Capítulo 6. Artículo 45 EQUIPOS DE PROCESAMIENTO DE DATOS Y DE CÓMPUTO ELECTRÓNICO NOM 001 SEDE 1999.

6. Norma Oficial Mexicana 001 SEDE 1999 (EQUIPOS DE PROCESAMIENTOS DE DATOS).
Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de Septiembre de 1999.
Paginas 59 - 61 de la Quinta Sección.

9. MAQUINARIA INDUSTRIAL "MOTORES".⁷

Lugar _____ Fecha ____ de _____ de 2001

| VERIFICACIÓN DE: | REGLA | CUMPLE SI NO | OBSERVACION |
|----------------------------------|---|-----------------|-------------|
| Placa de datos de la máquina | <p>- La maquina industrial es equipo, accionado por fuerza electromotriz, que se utiliza para procesar materiales mediante corte, formado, presión o laminado. Se debe fijar sobre la envolvente del equipo de control, o en la misma maquina, en un lugar que sea fácilmente visible una placa permanente de datos donde se indique:</p> <p>1. Tensión eléctrica de alimentación. 2. Número de fases. 3. Frecuencia. 4. Corriente eléctrica de plena carga. 5. Máxima corriente eléctrica de cortocircuito y del dispositivo protección por falla a tierra. 6. Corriente eléctrica nominal del motor o de la carga de mayor potencia . 7. Corriente eléctrica nominal de cortocircuito del dispositivo de protección de la maquina, cuando se proporcione. 8. Número del diagrama de conexiones de la maquina.</p> | | |
| Protección contra sobrecorriente | <p>- Una maquina se puede considerar como una unidad individual, por lo tanto, debe tener un medio de desconexión. Este medio de desconexión puede alimentarse de los circuitos derivados protegidos por fusibles o por interruptores automáticos. El medio de desconexión no requiere de protección contra sobrecorriente. Cuando forma parte de la maquina, la protección contra sobrecorriente debe consistir de un interruptor automático o de un juego de fusibles.</p> | | |

Capítulo 6. Artículo 70 MAQUINARIA INDUSTRIAL NOM 001 SEDE 1999.

7. Norma Oficial Mexicana 001 SEDE 1999 (MAQUINARIA INDUSTRIAL). Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de Septiembre de 1999. Páginas 70 - 71 de la Quinta Sección.

8

10. INSTALACIONES PROVISIONALES.

Lugar _____ Fecha ___ de _____ de 2001

| VERIFICACIÓN DE: | REGLA | CUMPLE SI NO | OBSERVACIONES |
|--------------------------------------|--|-----------------|---------------|
| Protección de lámparas | <ul style="list-style-type: none"> - Todas las lámparas para iluminación temporal deben estar protegidas contra contactos accidentales o roturas por medio de un dispositivo o portalamparas con guardas de seguridad. - No deben usarse bases con cubiertas de bronce, de cartón o portalamparas con cajas metálicas, a menos que las cubiertas estén puestas a tierra. | | |
| Protección contra daños accidentales | <ul style="list-style-type: none"> - Los cables y cordones flexibles deben estar protegidos contra daños accidentales. Deben evitarse las esquinas agudas y las salientes. Cuando se pase a través de puertas u otros puntos críticos, debe proporcionarse una protección adecuada para evitar daños. | | |
| Uso adecuado de extensiones. | <ul style="list-style-type: none"> - Básicamente deben utilizarse para cubrir necesidades temporales y no deben sobrecargarse conectándoles varios equipos en forma permanente o se sobrecalienten por falsos contactos. | | |

Capítulo 3. Artículo 05 INSTALACIONES PROVISIONALES NOM 001 SEDE 1999.

8. Norma Oficial Mexicana 001 SEDE 1999 (INSTALACIONES PROVISIONALES). Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de Septiembre de 1999. Páginas 105 - 107 de la Segunda Sección.

HOJA DE REPORTE EDIFICIO "A"

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Lugar CETIS No. 2

Fecha 14 de Febrero de 2001

| CONCEPTO | PUNTOS MÁXIMOS | PUNTOS OBTENIDOS | OBSERVACIÓN |
|--|----------------|------------------|-------------------------|
| 1. Tableros de distribución. | 4 (7) = 28 | 12 | Cumple un 42.85% |
| 2. Circuitos derivados. | 6 (4) (3) = 72 | 0 | Cumple un 0% |
| 3. Protección contra sobre corriente. | 21 | 21 | Cumple un 100% |
| 4. Puesta a tierra. | 9 | 0 | Cumple un 0% |
| 5. Equipos de procesamiento de datos y de cómputo. | 8 | 6 | Cumple un 75% |
| 6. Instalaciones provisionales | 4 | 3 | Cumple un 75% |
| TOTAL | 142 | 42 | Cumple un 29.58% |

HOJA DE REPORTE EDIFICIO "B"

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Lugar CETIS No. 2

Fecha 14 de Febrero de 2001

| CONCEPTO | PUNTOS MÁXIMOS | PUNTOS OBTENIDOS | OBSERVACIÓN |
|--------------------------------------|----------------|------------------|-------------------------|
| 1. Tableros de distribución. | 4 (7) = 28 | 12 | Cumple un 42.85% |
| 2. Circuitos derivados. | 6 (4) (3) = 72 | 0 | Cumple un 0% |
| 3. Protección contra sobrecorriente. | 21 | 21 | Cumple un 100% |
| 4. Puesta a tierra. | 9 | 0 | Cumple un 0% |
| 5. Maquinaria industrial "Motores". | 3 (2) = 6 | 6 | Cumple un 100% |
| TOTAL | 136 | 39 | Cumple un 28.68% |

HOJA DE REPORTE EDIFICIO "C"

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Lugar CETIS No. 2

Fecha 14 de Febrero de 2001

| CONCEPTO | PUNTOS MÁXIMOS | PUNTOS OBTENIDOS | OBSERVACIÓN |
|--------------------------------------|----------------|------------------|-------------------------|
| 1. Tableros de distribución. | 4 (7) = 28 | 12 | Cumple un 42.85% |
| 2. Circuitos derivados. | 6 (4) (3) = 72 | 0 | Cumple un 0% |
| 3. Protección contra sobrecorriente. | 21 | 21 | Cumple un 100% |
| 4. Puesta a tierra. | 9 | 0 | Cumple un 0% |
| 5. Instalaciones provisionales | 4 | 3 | Cumple un 75% |
| TOTAL | 134 | 36 | Cumple un 26.87% |

6.2 HOJA DE REPORTE "CONCENTRADO" IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Lugar CETIS No. 2

Fecha 14 de Febrero de 2001

| CONCEPTO | PUNTOS MÁXIMOS | PUNTOS OBTENIDOS | OBSERVACIÓN |
|--|----------------|------------------|-------------------------|
| 1. Acometida y equipo de acometida. | 4 | 2 | Cumple un 50% |
| 2. Equipo de acometida - medios de desconexión. | 10 | 10 | Cumple un 100% |
| 3. Equipo de acometida - protección contra sobrecorriente. | 5 | 5 | Cumple un 100% |
| 4. Tableros de distribución. | 11 (7) = 84 | 36 | Cumple un 42.86% |
| 5. Circuitos derivados. | 11(3) = 216 | 0 | Cumple un 0% |
| 6. Protección contra sobrecorriente. | 21 (3) = 63 | 63 | Cumple un 100% |
| 7. Puesta a tierra. | 9 (3) = 27 | 0 | Cumple un 0% |
| 8. Equipos de procesamiento de datos y de computo. | 8 | 6 | Cumple un 75% |
| 9. Maquinaria industrial "Motores". | 3 (2) = 6 | 6 | Cumple un 100% |
| 10. Instalaciones provisionales | 4 (2) = 8 | 6 | Cumple un 75% |
| TOTAL | 431 | 134 | Cumple un 31.00% |

Será útil tener presente el principio de Pareto; según éste enunciado por el economista y sociólogo Italiano Wilfredo Pareto (1848-1923), aunque los factores son muchos, los verdaderamente importantes y determinantes son pocos. La clave es encontrar los puntos importantes para allí ejercer una acción de amplia resonancia.

Así entonces con la información obtenida en base a los formatos se construye una lista de condiciones inseguras y posibles daños, sin embargo aún no conocemos cuáles son más riesgosas, por lo tanto a continuación valoraremos estos riesgos.

6.3 EVALUACIÓN DE RIESGOS.

Con la información anterior y el método cuantitativo utilizado para estimar riesgos el RMPP (Risk Management and Previsión Program), que consiste en determinar la matriz de análisis de riesgo a partir de los valores asignados para la probabilidad y las consecuencias de acuerdo con los siguientes criterios:

| PROBABILIDAD DE QUE OCURRA EL DAÑO | | SEVERIDAD DE LAS CONSECUENCIAS | |
|------------------------------------|------------------------|--------------------------------|---|
| ALTA A | Siempre o casi siempre | ALTA | Extremadamente dañino (amputaciones, intoxicaciones, lesiones muy graves, etc). |
| MEDIA M | Algunas veces | MEDIA | Dañino (quemaduras, fracturas leves, Sordera, etc). |
| BAJA B | Raras veces | BAJA | Ligeramente dañino (cortes, molestias, irritaciones del ojo, etc). |

VALORACIÓN DEL RIESGO

El valor obtenido de la estimación anterior permitirá niveles de riesgo como se puede ver representada en la siguiente matriz de análisis de riesgos, permitiendo a partir de estos valores decidir si los riesgos son tolerables o por el contrario se deben adoptar acciones, estableciendo en este caso el grado de urgencia en la aplicación de las mismas.

| | | | | |
|--------------------------------------|------|-------|------|---|
| ^PO Alta Media Baja | M | I | IN | Estimación del riesgo T: Trivial TO: Tolerable M: Moderado I: Importante IN: Intolerable |
| | TO | M | I | |
| | T | TO | M | |
| | Baja | Media | Alta | |
| | | | >SC | |
| | | | | PO: Probabilidad de Ocurrencia SC: Severidad de la Consecuencia |

A continuación se indican las acciones a adoptar para controlar el riesgo, así como la temporalización de las mismas.

| RIESGO | ACCION Y TEMPORALIZACIÓN |
|--------------------|--|
| Trivial | No se requiere acción específica |
| Tolerable | No se necesita mejorar la acción preventiva; sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control. |
| Moderado | Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un periodo determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dafinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control. |
| Importante | No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los moderados. |
| Intolerable | No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos limitados, debe prohibirse el trabajo. |

Fuente " Evaluación de Riesgos Laborales ", INSHT, Madrid 1996

6.4 RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO

Concluida la evaluación de los riesgos se obtiene la siguiente información que se presenta resumida en las matrices, éstas muestran tanto el lugar evaluado como la condición insegura y su posible daño, con la ayuda del método se observa la probabilidad de que ocurra el daño y la severidad de éste, consecuentemente se llega a la valoración del riesgo en la última columna.

Edificio A

| LUGAR | CONDICIÓN INSEGURA | POSIBLES DAÑOS | PROBABILIDAD DE QUE OCURRA EL DAÑO | SEVERIDAD DE LA CONSECUENCIA | VALORACION DEL RIESGO |
|---|---|---|------------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Gabinete del Equipo de Servicio Acometida | Material inflamable Dentro del gabinete | Incendio, choque eléctrico | B | M | TO |
| Tablero de distribución Planta baja | Falta tapa, limpieza, Apriete de interruptores Señalización | Choque eléctrico, Sobre calentamiento, falla a tierra, incendio | M | M | ⇒ M |
| Cuarto de Cómputo | Falta conexión a tierra, falta identificación y reubicación de los medios de desconexión Extintores descargados | Descargas electro estáticas, incendio | M | B | TO |
| Oficinas | Contactos insuficientes para el número de cargas, uso inadecuado de extensiones, extintores descargados | Sobrecarga, incendio, tropezones, choque eléctrico | A | M | ⇒ I |
| Biblioteca | Contactos en mal estado (tapas rotas), no tienen equipo contra incendio | Choque eléctrico, incendio, cortocircuito | M | M | ⇒ M |
| Tablero(s) Distribución Nivel 1, 2 | Falta mantenimiento, señalización circuitos, candados, apriete, falsos contactos | Sobre calentamiento, cortocircuito, incendio, choque eléctrico | M | M | ⇒ M |

Edificio B

| LUGAR | CONDICIÓN INSEGURA | POSIBLES DAÑOS | PROBABILIDAD DE QUE OCURRA EL DAÑO | SEVERIDAD DE LA CONSECUENCIA | VALORACION DEL RIESGO |
|--------------------------|---|--|------------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Laboratorio de Química | Contactos en mal estado (rotos), extintores descargados | Choque eléctrico, sobrecalentamiento de conductores, incendio, Cortocircuito | M | M | ⇒ M |
| Cubículo de Profesores | Instalaciones prvisionales para alumbrado, falta extintores | Choque eléctrico, incendio, cortocircuito | M | M | ⇒ M |
| Salones último nivel | Filtración de agua por lluvia en techos, contactos rotos | Cortocircuito, choque eléctrico | M | M | ⇒ M |
| Tableros de distribución | Falta señalización, mantenimiento preventivo, candados | Choque eléctrico, cortocircuito, incendio | M | M | ⇒ M |

Edificio C

| LUGAR | CONDICIÓN INSEGURA | POSIBLES DAÑOS | PROBABILIDAD DE QUE OCURRA EL DAÑO | SEVERIDAD DE LA CONSECUENCIA | VALORACIÓN DEL RIESGO |
|--------------------------|--|---|------------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Taller de Metales | Falta : conexión a tierra, extintores y señalamientos, cordones con aislamiento roto, clavijas en mal estado | Choque eléctrico, cortocircuito, incendio | M | M | ⇒ M |
| Taller de Madera | Falta conexión a tierra, extintores descargados, cordones y clavijas en mal estado | Choque eléctrico, cortocircuito, incendio | M | M | ⇒ M |
| Laboratorio de física | Contactos rotos, falta de extintores, falta de ventilación, falsos contactos | Choque eléctrico, sobre calentamiento de conductores, incendio | B | M | TO |
| Tableros de distribución | Falta señalización , mantenimiento preventivo y tornillería, candados | Cortocircuito, calentamiento de los dispositivos de conexión , choque eléctrico, incendio | M | M | ⇒ M |

B: Baja
 M: Media
 A: Alta
 T: Trivial
 TO: Tolerable
 M: Moderado
 I: Importante
 IN: Intolerable

Capítulo 7.

CAPITULO 7

PROPUESTA DE NORMATIVIDAD INTERNA PARA LA PREVENCIÓN DEL RIESGO ELECTRICO APLICADA AL CETI'S No 2.

OBJETIVO

Propiciar el principio básico de trabajo seguro, con ó cerca de una instalación eléctrica, es decir la necesidad de evaluar el riesgo eléctrico antes de comenzar el trabajo, para evitar accidentes mediante la Metodología para la ejecución segura del trabajo.

7.1 ALCANCE Y RESPONSABILIDADES

El conocimiento del Marco Legal en que se asienta la prevención de riesgos de trabajo, no solo es necesario y obligatorio para los representantes de los patrones y los individuos que forman o van a formar de las comisiones de Seguridad e Higiene, lo es también para todos los trabajadores en general, ya que todos ellos ocupan un sitio fundamental, en el cumplimiento de dichas disposiciones legales.

- El presente reglamento es de observancia general para todos los maestros, alumnos, trabajadores y toda persona que se encuentre dentro de las instalaciones del Centro de Estudios Tecnológicos e Industriales y de Servicios No. 2.
- La supervisión, aplicación y observancia se encomienda a la comisión de seguridad o si esta no existiera, al encargado o supervisor del mantenimiento eléctrico.
- La comisión de seguridad interna del CETIS No. 2 estará formada por los jefes académicos y el jefe o supervisor de mantenimiento, como responsables de la aplicación y observancia del presente reglamento.
- Para cumplir con el presente reglamento se contará con los medios necesarios, y recomendaciones particulares a cada caso.

7.2 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

- Todas aquellas instalaciones eléctricas de fuerza y alumbrado deberán contar con dispositivos de seguridad, cumpliendo éstos con las disposiciones legales y técnicas.

PROTECCIÓN DE LOS EQUIPOS

Fusibles e interruptores (Breakers), usados para prevenir daños a los equipos causados por una sobrecorriente eléctrica.

Cuando el fluido eléctrico excede las cantidades establecidas, los fusibles e interruptores (Breakers) actúan. En ambos casos el circuito es roto y la corriente se interrumpe evitando un choque eléctrico.

ATERRIZADO DE EQUIPOS

Conectando las masas metálicas del equipo con el sistema de tierra, de existir un mal contacto y pasar la corriente por aquellas masas, el suelo se hallará a su mismo potencial y la corriente que pueda pasar por el cuerpo es inocua e imperceptible protegiendo al trabajador.

Los trabajadores que operan equipos o sistemas eléctricos deberán ser protegidos por interruptores de corriente a tierra contra las fallas de aterrizaje de los equipos.

La precaución y la seguridad aún después de recibir una capacitación para éste tipo de trabajos, es un factor importante para no caer en exceso de confianza.

- Las líneas eléctricas deben de estar identificadas y señaladas debidamente según su tensión conforme a las indicaciones vigentes.

- Aquellos equipos que generan electricidad estática deberán estar conectados a tierra.

- Las extensiones básicamente deben utilizarse para cubrir necesidades temporales y debe vigilarse que no se sobrecarguen porque se le conecten varios equipos en forma permanente.

- Los tableros de control deberán estar provistos de candados y en caso de reparación, revisar que sean colocadas las etiquetas correspondientes.

- En las zonas donde se maneje alta tensión, se deberá colocar señalamientos de peligro, también se deberá prohibir el acceso a personal no autorizado.

- El espacio mínimo desde la superficie de un tablero energizado hasta la pared opuesta es de 1 metro.

- Cuando trabaje en tableros o cerca de circuitos energizados; despréndase de anillos, esclavas, relojes y cadenas.

- Se dispondrán las señales adecuadas que llamen la atención sobre peligros específicos en los lugares necesarios cuando la instalación este funcionando y durante cualquier trabajo.

- Nunca se debe energizar un equipo o circuito sin antes asegurarse de que no existen personas u objetos extraños colocados en lugares en donde se pudiera causar un accidente al efectuarse una maniobra.

- Cada herramienta eléctrica manual, deberá tener su conexión adicional a tierra.

- Cada instalación eléctrica se colocara bajo la responsabilidad de la persona nombrada para ello.

- Ningún trabajo relacionado con la electricidad, equipo o sistema eléctrico deberá ser realizado sin:

a) Supervisión que determine como a de realizarse el trabajo siguiendo las normas de seguridad.

b) Bloqueo de energía y colocación de candados y tarjeta.

c) Entrenamiento y capacitación para neutralizar los riesgos que involucra el trabajo.

d) Equipo de protección personal apropiado.

e) Colocación de barricadas y señalamientos en el área donde se desarrollará el trabajo.

f) El supervisor avalará su realización cuando el trabajo ya haya sido terminado, y se procederá a retirar cubiertas y re-energizar los equipos y sistemas eléctricos.

7.3 ACCIDENTES DE TRABAJO

- En caso de existir un accidente con o sin lesión, leve o grave, debe reportarse inmediatamente a los responsables de seguridad.

- La persona que sufra un accidente, por leve que éste sea deberá, ser atendida en el servicio médico de la escuela, donde le suministrarán los primeros auxilios.

- Es responsabilidad de la comisión de seguridad, cuando ocurra un accidente, hacer la investigación del mismo, acompañándola del reporte escrito correspondiente, a fin de encontrar las causas y emitir las recomendaciones más adecuadas para que no vuelva a suceder.

- Es responsabilidad de la comisión de seguridad, ver que se lleven a cabo las recomendaciones surgidas de la investigación del accidente, así como tramitar y exigir a las autoridades de la escuela para que proporcionen los medios necesarios, y así corregir los defectos que causaron el accidente .

7.4 PREVENCIÓN DE INCENDIOS

- ¿ POR QUÉ ES IMPORTANTE EVITAR LOS INCENDIOS?

Porque representan un riesgo en todos los centros de trabajo, provocan graves pérdidas humanas y materiales.

- ¿COMO PREVENIRLOS?

- No fumar en áreas restringidas.
- Evitar acumulación de basura.
- No arrojar cerillos, ni cigarrillos encendidos a los cestos de basura.
- Identificar los líquidos inflamables con las indicaciones necesarias.
- En el caso de almacenamiento de éstos deberá hacerse en una zona aislada y de acuerdo a las medidas de seguridad específicas.
- No sobrecargar las líneas eléctricas.
- Evitar conectar mas de un aparato en cada toma de corriente y revisar que se encuentren desconectados al terminar las labores.

- ¿ QUÉ HACER EN CASO DE INCENDIO ?

- Conservar la calma y evitar el pánico entre sus compañeros.
- Evacuar el edificio con orden y calma.
- Dirijase a la salida que le haya sido indicada.
- No pierda tiempo en buscar objetos personales.
- No use elevadores.
- Antes de abrir una puerta, verifique si está caliente, de ser así busque otra salida.
- Si hace uso de escaleras, manténgase pegado a la pared, ya que éstas poseen mayor resistencia.
- Si el fuego bloquea las salidas no se desespere, ubíquese en el sitio más alejado de las llamas.
- Pida y espere auxilio de la brigada contra incendio.
- Si el humo es muy denso, avance arrastrándose sobre manos y rodillas; busque una pared y avance a lo largo de ella.
- Si su ropa o la de otras personas se prende:

- a) No corra ni permita que esa persona siga corriendo.
- b) Acuéstese o haga que se acueste en el suelo, se cubra la cara y el cuello con las manos.

- c) Manténgase o manténgala rodando sobre sí misma hasta que las llamas se hayan extinguido.
- d) Colóquela en un sitio fuera de peligro y permanezca junto a ella hasta que lleguen los servicios médicos de emergencia.

7.5 SISTEMA CONTRA INCENDIO

- EQUIPO

Se verificará que se tenga el suficiente equipo para la extinción de incendios y esté conforme a lo establecido en la normatividad, revisar que se mantenga en buenas condiciones y se le dé mantenimiento.

- RUTAS Y ENTRENAMIENTO DE EVACUACIÓN

Se debe checar que se lleve a cabo los simulacros de evacuación señalando las rutas por el centro de trabajo, éstas deben estar libres de obstáculos que permitan el libre tránsito. El entrenamiento se vigilará que se realice mínimo cada seis meses.

- PROGRAMA DE PREVENCIÓN, PROTECCIÓN Y COMBATE

Se revisará que el contenido establezca métodos de seguridad en las actividades de alto riesgo ubicación del equipo de extinción, señalización de zonas de riesgo, capacitación y adiestramiento del equipo contra incendio.

- BRIGADAS ENTRENADAS

Se debe checar que éstas sean organizadas en función al número de trabajadores de cada turno y revisar que la designación de sus integrantes sean por el jefe de seguridad.

CONTROL DE MATERIALES INFLAMABLES

Se debe verificar que se tengan sistemas de control en donde se generen vapores, gases, polvos, fibras inflamables o combustibles.

- ENTRENAMIENTO PERSONAL

Se debe checar que se cuente con un programa de entrenamiento en cuanto al uso de extintores, control de incendios y evacuación.

- SALIDAS

Se vigilará que éstas se lleven a cabo por pasadizos, corredores, rampas, puertas y escaleras de emergencias las cuales deben permitir el desalojo del local de trabajo en un tiempo máximo de tres minutos.

7.6 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

- ADECUACION

Se checará que el nivel de atenuación sea tal que los lleve a los límites permisibles y sea el apropiado para el tipo de trabajo.

- DISPONIBILIDAD

Se verificará que éste sea proporcionado por el patrón siempre que se requiera y sea necesario.

- CONDICIÓN

Se verificará que se cuente y se aplique el programa de mantenimiento y limpieza del cual garantice el buen funcionamiento de éste.

- USO

Se revisará que éste sea empleado por los trabajadores en forma correcta y adecuada al tipo de trabajo.

- PARA TODOS LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA SE RECOMIENDA EL USO DE:

- a) Guantes de seguridad, cuando sea necesario.
- b) Caso de seguridad, de acuerdo a las recomendaciones de seguridad para protección de la cabeza de los trabajadores electricistas.
- c) Zapatos de seguridad , en lugares húmedos se recomienda el uso de botas de hule.
- d) Guantes y goggles de soldar en cualquier trabajo de ésta naturaleza.

7.7 ACTIVIDADES DE CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD E HIGIENE.

Tendrán la finalidad de actualizar y perfeccionar los conocimientos y habilidades del trabajador para prevenir riesgos de trabajo y mejorar las actitudes de este.

- I. Conceptos básicos de Seguridad en el Trabajo.
- II. ¿Qué es la Electricidad?.
- III. Riesgo Eléctrico y Prevención en Instalaciones Eléctricas.
- IV. Prevención de Incendios.
- V. Primeros Auxilios para Choque Eléctrico.

7.8 PRIMEROS AUXILIOS (RCP) *

Técnicas de Reanimación Cardiopulmonar (RCP)

Primer paso: Verificar el estado de inconsciencia

Sacudirá con suavidad al paciente y le preguntara en voz alta : ¿Está usted bien? La persona puede estar desmayada o dormida. El gritar y sacudirla con suavidad, por lo general, es suficiente para despertar o reanimar al individuo. Si no hay respuesta, tal vez haya paro cardíaco o respiratorio y entonces deberá seguir los siguientes pasos.

Segundo Paso: Solicitar ayuda

En esencial contar con ayuda, ya que un solo rescatador no puede llevarla a cabo y a la vez llamar para activar el sistema de servicios médicos de urgencias. Incluso cuando no hay nadie a la vista buscar ayuda gritando "ayuda, alguien que ayude".

Tercer paso: Colocación del paciente

Se colocará al paciente en posición adecuada (posición supina) sobre una superficie dura para valoración y asistencia adecuadas. Debe tenerse cuidado al mover al paciente, sobre todo si presenta signos de traumatismo, ya que las fracturas o lesiones internas pueden agravarse si los movimientos son bruscos. Si existe la sospecha de que haya una lesión de médula espinal, se sostiene la cabeza en posición neutra y se moviliza junto con todo el cuerpo como si fuera una unidad.

* Este punto fue desarrollado tomando como referencia el capítulo No. 1 del libro "Diagnóstico y Tratamiento de Urgencias".

Cuarto paso: Establecer vías aéreas

De inmediato, se establecerán y conservarán abiertas las vías aéreas. Cuando hay inconsciencia, la lengua cae hacia atrás y puede obstruirlas.

AUSENCIA DE LESIÓN EN LA COLUMNA CERVICAL.

La abertura y conservación de las vías respiratorias se logra mejor con el método de cabeza inclinada y barbilla levantada.

Quinto paso: Vigilar la ventilación espontánea

Una vez abiertas las vías respiratorias se vigilan los signos de intercambio respiratorio adecuado. La ventilación espontánea se acompaña de movimientos torácicos y de flujo de aire en la boca, quien presta la ayuda colocará el oído cerca de la boca del paciente para escuchar los ruidos de la respiración; así mismo, tratará de percibir el aire espirado y de observar si el tórax se eleva y desciende. Vigilará por lo menos de tres a cinco segundos antes de concluir que no hay respiración. Si hubiera respiración espontánea se continua con el séptimo paso.

Sexto paso: Iniciar la ventilación

Si no hay signos de respiración se inicia de inmediato la ventilación. Para proporcionar una presión positiva de ventilación a través de la boca, debe cerrarse el conducto nasal. Se conservaran las vías respiratorias abiertas con el método de cabeza inclinada y barbilla levantada, cerrar las narinas de la víctima pellizcándolas. El rescatador sella su boca sobre la de la víctima y da dos respiraciones plenas, de uno a uno y medio segundos cada una de ellas. Se permite la exhalación entre ambas respiraciones.

Con mayor frecuencia, la reanimación boca a boca es el paso inicial en el apoyo ventilatorio activo. Más adelante o al inicio si se dispone de equipo y personal con experiencia y bien entrenado puede utilizarse una bolsa, válvula y un sistema de mascarilla (por ejemplo, bolsa de Ambú) para proporcionar una mayor concentración de oxígeno inspirado.

Séptimo paso: Vigilancia de la circulación

Se piensa que la ausencia del pulso palpable (con inconsciencia) quizá sea causado por paro cardíaco, mismo que puede deberse a fibrilación ventricular. En cualquier caso, es necesaria la compresión cardíaca inmediata para asegurar el aporte sanguíneo a los órganos vitales.

Para hacer el diagnóstico de paro cardíaco se prefiere la palpación de la arteria carótida. Esta se encuentra mediante la palpación de la "manzana de Adán" (laringe) y con el desplazamiento lateral de los dedos sobre el cuello hacia el conducto carotídeo, justo antes del músculo esternocleidomastoideo donde

deberá sentirse el pulso, el cual se palpa por lo menos durante cinco a diez segundos, antes de concluir que éste no existe.

Manténganse las vías respiratorias permeables mientras se siente el pulso carotídeo. Si éste se palpa y el sujeto no respira, se deberá dar una respiración cada cinco segundos (12 por minuto) y se vigilara el pulso cada instante. Si hay pulso y la persona respira, bastará con mantener abiertas las vías respiratorias y constante la respiración y el pulso.

Octavo paso: Inicio del masaje cardiaco externo

Si el paciente no respira ni tiene pulso se inicia el masaje cardiaco externo combinado con ventilación asistida.

A. Colocación del paciente

La persona debe estar en forma supina (boca arriba) sobre una superficie dura, fija y a nivel (tierra, piso o tabla).

B. Colocación de la mano

Con el dedo medio se localiza el extremo inferior (caudal) de la caja torácica y se continúa hacia el borde costal hasta el punto de unión de las costillas (protuberancia xifoidea). El talón de la otra mano se coloca sobre el esternón, aproximadamente 4 cm por arriba de la protuberancia. Es mejor usar la mano mas cercana a los pies del paciente para encontrar dicha marca, en tanto la otra se coloca sobre el tórax. Una vez localizada la marca y colocado el talón de una mano, se coloca la otra encima de la primera. Los dedos estarán unidos o extendidos, pero no deberán tocar el tórax; sólo el talón de la mano estará en contacto con el esternón.

C. Técnica de compresión

En adultos se comprime el esternón 4 a 5 cm con una frecuencia de 80 a 100 compresiones por minuto. La frecuencia correcta se lograra mediante conteo en voz alta "uno, dos, tres..." Si es una sola persona, deberá detenerse después de 15 compresiones para dar dos respiraciones completas (de 1 a 1.5 segundos). Después volverá a localizar la marca y continuará con las compresiones del corazón.

La persona que realiza la maniobra se colocará de rodillas cerca del paciente, con los codos juntos y en extensión, y con los hombros por arriba de las manos. Esta posición asegura que la compresión sea como un movimiento de pistón con los hombros (no los codos), utilizando la fuerza del torso en vez de la de antebrazos y hombros. Las maniobras de compresión se harán con suavidad en vez de ejecutarlas de modo abrupto o tosco, ya que esto no es importante para que el flujo sanguíneo sea rápido. Para asegurar que el corazón se llene y se vacíe de manera óptima, las fases de compresión y relajación deberán tener la misma duración. Las manos permanecerán en contacto con el esternón inclusive en la fase de relajación. El pulso carotídeo se palpará después del primer minuto de la RCP (cuatro ciclos de compresión y ventilación) y después a intervalos de pocos minutos para saber si la frecuencia cardiaca se ha restablecido.

***Conclusiones
Y
Recomendaciones.***

CONCLUSIONES

El motivo principal por el cual se elaboró el presente estudio fue que en el CETIS No. 2, no se contaba con una normatividad interna para la prevención del riesgo eléctrico que lograra:

- Ampliar la conciencia de todos los que ahí laboran, para efectuar su trabajo como hábitos seguros.
- Presentar los aspectos básicos en la prevención del riesgo eléctrico.
- Proporcionar la información básica sobre riesgo eléctrico, para la continuación de otros trabajos afines al tema.
- Se analizaron los riesgos más comunes en los elementos básicos de la instalación eléctrica y equipos, proponiendo sus medidas de prevención, para el control de estos.
- Se presenta información sobre los efectos fisiológicos de la electricidad así como de dispositivos y elementos especiales de las técnicas de la protección (tierras de protección, unión equipotencial, interruptores de protección).
- Se propone una serie de formatos para verificar los elementos más comunes en una instalación eléctrica: Acometida, Tableros de distribución, circuitos derivados, Instalaciones provisionales, Maquinaria Industrial y Cuarto de Cómputo, entre otros.
- Así también se propone una Normatividad Interna para la prevención de riesgos eléctricos.

El análisis de sobrevoltajes, sobrecargas y cortocircuitos, así como los conceptos relacionados con el diseño de sistemas de tierra y de la Normatividad existente, nos han mostrado que para una adecuada protección del personal y equipo se requiere una protección integral, la cuál no puede ser proporcionada por un solo aparato de protección.

En esencia los defectos suelen originarse durante el servicio como resultado de cambios en las condiciones de la operación:

- 1) La magnitud de la corriente de servicio.
- 2) El valor del voltaje nominal.
- 3) La magnitud de la frecuencia de operación.
- 4) De la carga conectada.

Los efectos más trascendentes son: las sobrecorrientes, los sobrevoltajes de operación y las sobrecargas.

En particular tales efectos son la causa de defectos de aislamiento en las instalaciones eléctricas, teniéndose aquí entonces una de las fuentes principales de riesgos latentes de accidentes dentro de los sitios de trabajo y/o instalaciones eléctricas por medio de los contactos a tierra que se producen.

Dado que no se puede garantizar en cien por ciento que a pesar de que una instalación eléctrica se haya planeado, diseñado y construido correctamente con los materiales de la calidad exigida no se presentará una falla en algún momento de servicio lo cual puede contribuir a un accidente de trabajo, entonces es necesario y obligatorio adoptar medidas de seguridad para minimizar tal riesgo, por medio de la inspección, verificación, y con la asistencia de dispositivos conocidos como relés de protección, así como la introducción de elementos y/o dispositivos especiales de la técnicas de la protección (sistema de tierra, unión equipotencial, pararrayos, etc.). Para cada punto de requerimiento de energía eléctrica debe haber un circuito expofeso.

RECOMENDACIONES

- 1.- Impermeabilizar "azoteas" de todos los edificios cuanto antes ya que todos presentan filtración de agua y normalmente se encontraban húmedas las "portalámparas" de el último nivel de estos.
- 2.- Cambiar en la sala de computo los desconectadores a un sitio más accesible ya que deben encontrarse estos cerca de la puerta de salida, además deben de identificarse.
- 3.- Retirar el sillón que se encuentra dentro del tablero general así como la ropa y otros objetos.
- 4.- Independizar los circuitos compartidos, es decir cada uno con su propia protección de acuerdo a la carga que controla.
- 5.- Es urgente dar mantenimiento preventivo a la instalación eléctrica ya que presenta en los tableros de distribución una acumulación importante de suciedad (polvo, pelusa, restos de insectos) así como apretar los dispositivos de protección que se encuentran dentro de los tableros de distribución ya que en todos estos se encontró a la mayoría de ellos bastante flojos. Falta incluso una tapa a un tablero de distribución que se encuentra en la planta baja del edificio A.
- 6.- Poner identificación a los circuitos de todos los tableros de distribución.

7.- Equipo contra incendio.- El comité de seguridad del CETIS No. 2, debe contar con una bitácora donde estén registrados todos los extintores; conteniendo la siguiente información:

- Numeración
- Ubicación
- Tipo de agente indicando que fuego combate ABC
- Capacidad
- Fecha en que se efectuó la última prueba hidrostática (es recomendable efectuarla cada cinco años)

Además en el sitio donde se encuentren los extintores debe haber señalamiento visible y adecuado para cada uno de ellos.

8.- Deben ser revisados los interruptores de seguridad y/o fusibles, recurrir al proyecto para determinar si a sido rebasada su capacidad de Ampacidad.

9.- Eliminar las instalaciones provisionales para alumbrado en los cubículos de profesores (donde los alambres conductores energizados son guiados a través de las molduras de aluminio de puertas y ventanas).

10.- Poner tapas y tomillería faltante a los tableros de distribución, así como señalización correspondiente y en su caso candado.

11.- Se debe instalar una puesta a tierra de protección para las corrientes eléctricas de falla, que faciliten el funcionamiento de los dispositivos de protección contra corrientes de falla a tierra.

12.- Se debe instalar un sistema de pararrayos (para protección de personas que se encuentren en la institución).

Anexos

ANEXOS

DEFINICIONES

Acometida: Derivación que conecta la red del suministrador a las instalaciones del usuario.

Aparato eléctrico: Equipo de utilización, generalmente no industrial, que se fabrica en tamaños normalizados y que se instala o conecta como una unidad para realizar una o más funciones, como lavar ropa, acondicionar aire, mezclar alimentos, freír, etc.

A prueba de lluvia: Construido, protegido o tratado para prevenir que la lluvia interfiera con la operación satisfactoria del aparato bajo condiciones de prueba específica.

A prueba de polvo: Construido de forma que el polvo no interfiera en su operación satisfactoria.

A tierra: Conexión conductora, intencionada o accidental, entre un circuito o equipo eléctrico y el terreno natural o algún cuerpo conductor que sirva como tal.

Capacidad de Conducción de Corriente: Corriente eléctrica expresada en amperes (A), que un conductor eléctrico puede conducir continuamente, bajo condiciones de uso, sin exceder su temperatura nominal.

Carga continua: Aquella con la que se espera que la corriente eléctrica máxima continúe circulando durante tres horas o más.

Circuito derivado: Conductores de un circuito desde el dispositivo final de sobrecorriente que protege a ese circuito hasta la (s) salida (s).

Clavija: Dispositivo que por medio de inserción en un receptáculo, establece conexión eléctrica entre los conductores de su cordón flexible adjunto y los conductores conectados permanentemente al receptáculo.

Conductor aislado: Conductor rodeado de un material de composición y espesor reconocidos por esta NOM como aislamiento - eléctrico.

Conductor desnudo: Conductor que no tiene ningún tipo de cubierta o aislamiento eléctrico.

Corriente de Interrupción: Corriente eléctrica máxima de cortocircuito, a la cual un dispositivo a su tensión eléctrica nominal, es capaz de interrumpir bajo condiciones de prueba normalizadas. Otros dispositivos diseñados para interrumpir corriente eléctrica a otros niveles distintos de los de cortocircuito, pueden tener su corriente de interrupción expresada en función de otras unidades, KW o corriente eléctrica a rotor bloqueado del motor.

Dispositivo: Unidad en un sistema eléctrico diseñada para conducir pero no para consumir energía eléctrica.

Energizado: Conectado eléctricamente a una fuente de diferencia de potencial.

Envolvente: Recinto, recipiente o carcasa de un aparato, cerca o paredes que rodean una instalación para prevenir que las personas entren en contacto accidental con partes energizadas o para protección de los equipos contra daño físico.

Equipo: Término general que incluye dispositivos, aparatos electrodomésticos, luminarias, aparatos y productos similares utilizados como partes de, o en conexión con una instalación eléctrica.

Equipo de Acometida: Equipo necesario para servir de control principal y que usualmente consiste en un interruptor automático o desconectador y fusibles, con sus accesorios, localizado cerca del punto de entrada de los conductores de suministro a un edificio u otra estructura o a una área definida.

Equipo de Utilización: Equipo que transforma, con cierta eficiencia, la energía eléctrica en energía mecánica, química, calorífica, luminosa u otras.

Gabinete: Envolvente diseñada para montajes superficial o empotrado, provista de un marco, montura o bastidor en el que se puede instalar una o varias puertas, en cuyo caso dichas partes deben ser oscilantes.

Hermético al agua: Construido para que la humedad no entre en la envolvente, en condiciones específicas de prueba.

Hermético al polvo: Construido de modo que el polvo no entre en la envolvente en condiciones específicas de prueba.

Interruptor automático: Dispositivo diseñado para abrir y cerrar un circuito ya sea por medios no automáticos y para abrir el circuito automáticamente a una sobrecorriente de condiciones predeterminadas, sin dañarse a si mismo cuándo se aplica apropiadamente dentro de su valor nominal.

Interruptor de circuito por falla a tierra: dispositivo diseñado para la protección de personas, que funciona para desenergizar un circuito o parte del mismo, dentro de un periodo determinado, cuando una corriente eléctrica a tierra excede un valor predeterminado, menor al necesario para accionar el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito de alimentación.

Medio de desconexión: Dispositivo o conjunto de dispositivos u otros medios por medio de los cuales los conductores de un circuito pueden ser desconectados de su fuente de alimentación.

Partes vivas: Conductores, barras conductoras, terminales o componentes eléctricos sin aislar o expuestos, que representan riesgo de choque eléctrico.

Protección de falla a tierra de equipos: Sistema diseñado para dar protección a los equipos contra daños por corrientes de falla entre línea y tierra, que hacen funcionar un medio de desconexión que desconecta los conductores no puestos a tierra del circuito afectado. Esta protección es activada a niveles de corriente eléctrica inferiores a los necesarios para proteger a los conductores contra daños mediante la operación de un dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito alimentador.

Puesto a tierra: Conectado al terreno natural o a algún cuerpo conductor que pueda actuar como tal.

Puesto a tierra eficazmente: conectado al terreno natural intencionalmente que a través de una conexión o conexiones a tierra que tengan una impedancia suficientemente baja y capacidad de conducción de corriente que prevenga la formación de tensiones eléctricas peligrosas a las personas o a los equipos conectados.

Sobrecarga: Funcionamiento de un equipo excediendo su capacidad nominal de plena carga, o de un conductor que excede su capacidad de conducción de corriente nominal, cuando tal funcionamiento, al persistir por suficiente tiempo puede causar daños o sobrecalentamiento peligroso. Una falla, tal como un cortocircuito o una falla a tierra, no es una sobrecarga.

Sobrecorriente: Cualquier corriente eléctrica en exceso del valor nominal de los equipos o de la capacidad de conducción de corriente de un conductor. La sobrecorriente puede ser causada por una sobrecarga, un cortocircuito o una falla a tierra.

NOTA: Una corriente eléctrica en exceso de la nominal puede ser absorbida por determinados equipos y conductores si se presenta un conjunto de condiciones. Por eso las reglas para protección para sobrecorriente son específicas para cada situación en particular.

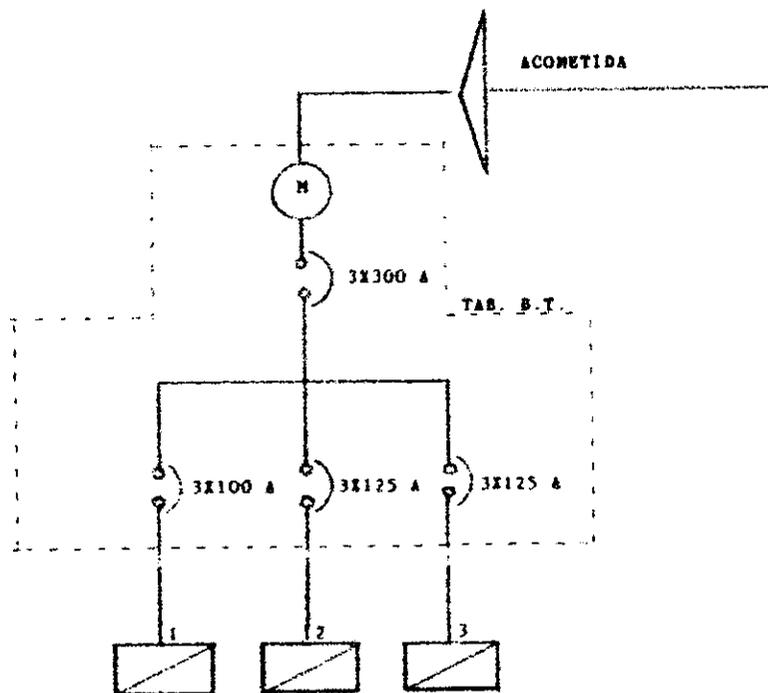
Tablero de distribución: Panel grande sencillo, estructura o conjunto de paneles donde se montan, ya sea por el frente, y por la parte posterior o en ambos lados, desconectadores, dispositivos de protección contra sobrecorriente y otras protecciones, barras conductoras de conexión común y usualmente instrumentos. Los tableros de distribución de fuerza son accesibles generalmente por la parte frontal y la posterior, y no están previstos para ser instalados dentro de gabinetes.

Tensión eléctrica a tierra: En los circuitos puestos a tierra, es la tensión eléctrica entre un conductor dado y aquel punto o el conductor del circuito que es puesto a tierra. En circuitos no puestos a tierra es la mayor diferencia de potencial entre un conductor determinado y otro conductor de referencia del circuito.

Tensión eléctrica (de un circuito): Es la mayor diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos cualesquiera de la instalación. Es el mayor valor eficaz (raíz cuadrática media) de la diferencia de potencial entre dos conductores determinados.

Tensión eléctrica nominal: Valor nominal asignado a un circuito o sistema para la designación de su clase de tensión eléctrica. La tensión eléctrica real a la cual un circuito opera puede variar desde la nominal dentro de una gama que permita el funcionamiento satisfactorio de los equipos.

DIAGRAMA UNIFILAR



| EDIFICIO | A | B | C | |
|----------|-------|-------|-------|----|
| FASE A | 10175 | 12325 | 15307 | W. |
| FASE B | 10150 | 12000 | 15212 | W. |
| FASE C | 11025 | 12075 | 15157 | W. |

| | | |
|--------------------------|--------|----|
| CARGA TOTAL DEL CONJUNTO | 113426 | W. |
| FASE A | 37807 | W. |
| FASE B | 37362 | W. |
| FASE C | 38257 | W. |

DESBALANCE MAXIMO ENTRE FASES B y C 2.36 %.

Bibliografía.

BIBLIOGRAFIA

1. Adolfo Rodellar Lisa "Seguridad e Higiene en el Trabajo"
Maracombo BOIXAREU EDITORES.
2. Enríquez Harper " El ABC del Alumbrado y las Instalaciones Eléctricas en
Baja Tensión." Limusa Noriega Editores.
3. Enríquez Harper " Instalaciones y Montaje Electromecánico".
LIMUSA NORIEGA EDITORES.
4. Hernández-Malfavón-Fernandez "Seguridad e Higiene Industrial"
Editorial Noriega Limusa.
5. Jesús A. Ávila Espinosa "Mantenimiento a Instalaciones Básicas"
SOMMAC Sociedad Mexicana de Mantenimiento, a.c.
6. N. Bratu E. Campero "Instalaciones Eléctricas Conceptos Básicos y Diseño".
Alfa Omega Editor.
7. Raymond N. Blair, C. Wilson Whitston. " Elementos de Ingeniería
de Sistemas Industriales". Editorial Prentice / Hall Internacional.
8. Ronald P. Blake "Manual de Prevención de Accidentes de Trabajo".
Editorial Reverté, S.A.
9. VAN VALKENBURGH, NOOGER & NEVILLE, INC. " Electricidad Básica
Tomo 1" Editorial Continental.
10. Vega Ortega Miguel de la " Ingeniería de Puesta a Tierra".
Editorial Limusa.
11. Vittorio Re "Instalación a Tierra".
Editorial Delfino Milano
12. "Diagnostico y Tratamiento de Urgencias"

LEYES, REGLAMENTOS Y NORMAS

13. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
14. Ley Federal del Trabajo, Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
15. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999
16. Normas Oficiales Mexicanas de Seguridad. S.T.P.S.
(002, 019, 021, 022).
17. Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo,
S.T.P.S.
18. "Taller de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo"
Subdirección de Recursos Humanos Gerencia de Previsión Social.
Compañía de Luz y Fuerza.
19. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo, Capítulo 40 Electricidad
(O.I.T.).
20. Boletín de la Asociación Mexicana de Higiene y Seguridad. A.C.

El supervisor de seguridad - Serie Electricidad.

Volumen XXV No. 3 Marzo 1985

- Practicas Seguras en Instalaciones Eléctricas.

Volumen XXXIX No. 2 Febrero 1999

- Prevención de Descargas Eléctricas.