



**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**

**METODOLOGÍA PARA LA DISMINUCIÓN DE RIESGOS  
ELÉCTRICOS EN LA MEDICIÓN DE ENERGÍA, PARA UNA  
EMPRESA DISTRIBUIDORA DE ENERGÍA ELÉCTRICA.**

**Edwin Renato Orellana Avila**  
**Asesorado por el Ing. Melvin Alexander Alvarez Cotí**

**Guatemala, julio de 2009**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**METODOLOGÍA PARA LA DISMINUCIÓN DE RIESGOS  
ELÉCTRICOS EN LA MEDICIÓN DE ENERGÍA, PARA UNA  
EMPRESA DISTRIBUIDORA DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN  
PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**EDWIN RENATO ORELLANA AVILA**  
ASESORADO POR EL ING. MELVIN ALEXANDER ALVAREZ COTÍ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JULIO DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIO	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

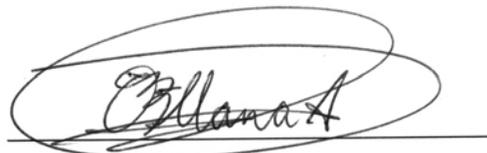
DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Inga. Miriam Patricia Rubio de Akú
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
EXAMINADOR	Ing. Harry Milton Oxom Paredes
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **METODOLOGÍA PARA LA DISMINUCIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS EN LA MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, PARA UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE ENERGÍA ELÉCTRICA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha agosto de 2005.

A handwritten signature in black ink, enclosed within a large, hand-drawn oval. The signature appears to read 'Orellana A'.

Edwin Renato Orellana Avila

Guatemala, 31 de enero de 2007

Ing. Francisco Gómez Rivera  
Director de Escuela de Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

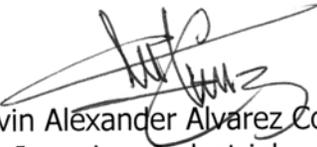
Ingeniero Gómez:

Reciba usted un cordial saludo. Me dirijo a usted para informarle que ha sido concluido el trabajo de graduación titulado: "**METODOLOGÍA PARA LA DISMINUCIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS EN LA MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, PARA UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE ENERGÍA ELÉCTRICA**", elaborado por el estudiante Edwin Renato Orellana Avila, carné 96-15555, tema para el cual estoy asignado como asesor.

Recomiendo se apruebe el mismo, en el entendido de que el autor y el suscrito son los responsables de lo tratado y de las conclusiones del mismo.

Le deseo éxito en sus labores

Atentamente,

  
Melvin Alexander Alvarez Cotí  
Ingeniero Industrial  
Colegiado 5602

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **METODOLOGÍA PARA LA DISMINUCIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS EN LA MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, PARA UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE ENERGÍA ELÉCTRICA**, presentado por el estudiante universitario **Edwin Renato Orellana Avila**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑADA A TODOS

Inga. Gladys Lorraine Carles Zamarripa  
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación  
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala junio de 2009.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **METODOLOGÍA PARA LA DISMINUCIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS EN LA MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE ENERGÍA ELÉCTRICA**, presentado por el estudiante universitario **Edwin Renato Orellana Avila**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

Ing. José Francisco Gómez Rivera  
**DIRECTOR**  
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, julio de 2009.



/mgp

Universidad de San Carlos  
De Guatemala

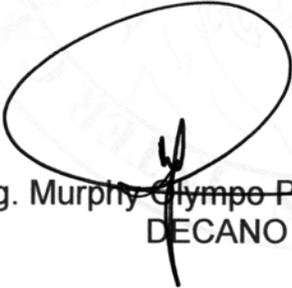


Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.249.2009

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **METODOLOGÍA PARA LA DISMINUCIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS EN LA MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, PARA UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE ENERGÍA ELÉCTRICA**, presentado por el estudiante universitario **Edwin Renato Orellana Avila**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
DECANO

Guatemala, julio de 2009.



/gdech

## **DEDICATORIA**

A mi madre, apoyo incondicional en todos los proyectos que he emprendido.  
Por su abnegada labor diaria de indicarme los caminos correctos en la vida.  
A ella que creyó en mí desde el principio y seguirá creyendo.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y darme la oportunidad de terminar los estudios correspondientes a la carrera de Ingeniería Industrial y conocer tanta gente maravillosa en ese camino. Sin Él nada es posible.

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	V
<b>GLOSARIO</b>	VII
<b>RESUMEN</b>	XVII
<b>JUSTIFICACIÓN</b>	XIX
<b>OBJETIVOS</b>	XXI
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XXIII
<b>1. EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA</b>	
1.1. La energía eléctrica	1
1.1.1. Orígenes de la electricidad	1
1.1.2. Importancia actual de la energía eléctrica	7
1.2. El medidor de energía eléctrica	8
1.2.1. Principio básico de funcionamiento	9
1.2.2. Importancia del medidor de energía eléctrica	11
1.3. Otros equipos de medición de energía eléctrica	13
1.3.1. El transformador de potencial	15
1.3.2. El transformador de corriente	15
1.4. Tipos de medición	16
1.4.1. Medición autocontenida	16
1.4.2. Medición con equipo auxiliar	17
<b>2. LOS RIESGOS ELÉCTRICOS</b>	
2.1. Definición de riesgo	19
2.1.1. Tipos de riesgo	20
2.1.1.1. Los accidentes	21

2.1.1.2. Definición de accidente	21
2.1.2. Qué hacer en caso de accidente	23
2.2. Los riesgos eléctricos	26
2.2.1. Valores peligrosos de voltaje para la vida humana	27
2.2.2. Formas de prevenir los riesgos eléctricos en las mediciones de energía eléctrica	31
2.2.2.1. Señalización	33
2.2.2.2. Precintos de seguridad	34
2.2.3. Los accidentes eléctricos	34
2.2.3.1. Accidentes más comunes y su contención	37
2.2.3.2. Primeros auxilios	38
2.2.3.2.1. Qué hacer en caso de quemadura	39
2.2.3.2.2. Qué hacer en caso de electrocución	44
2.2.3.2.3. Qué hacer en caso de caída	45
2.2.3.3. Definición del equipo de protección	46

### **3. PROCEDIMIENTOS PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS EN MEDICIONES DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

3.1. Actividades que desempeña el personal de campo que trabaja en mediciones eléctricas	49
3.1.1. Montaje de equipo	50
3.1.2. Inspección de equipo	61
3.1.3. Cambio de equipo	62
3.2. Elementos que deben formar parte del equipo de protección personal del equipo de campo que trabaja en mediciones en una empresa distribuidora de energía eléctrica	64
3.2.1. En mediciones autocontenidas	65
3.2.2. En mediciones con equipo auxiliar	73
3.3. Mantenimiento de equipo	81

3.4. Los riesgos eléctricos en mediciones de energía eléctrica	83
<b>4. ADMINISTRACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE PREVENSIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS EN MEDICIONES DE ENERGÍA ELÉCTRICA</b>	
4.1. Capacitación de personal	89
4.1.1. Charlas de información	91
4.1.1.1. Procedimientos y medidas de seguridad	92
4.1.2. Boletines informativos	93
4.2. Seguimiento de los procedimientos de prevención de riesgos	94
4.2.1. Verificación de campo de los procedimientos y uso de equipo	94
4.2.2. Verificación del equipo de protección	95
4.2.3. Sanciones para los infractores del correcto uso de procedimientos y equipo	96
<b>5. INVESTIGACIÓN DE LOS ACCIDENTES</b>	
5.1. Registro de los accidentes y tablas de verificación	101
5.2. Registro de la información de los accidentes.	103
5.3. Determinación de las causas de los accidentes	107
5.4. Revisión de los procesos de disminución de riesgos	108
5.5. Replanteamiento de los procesos de disminución de riesgos	109
<b>CONCLUSIONES</b>	111
<b>RECOMENDACIONES</b>	113
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	115



## **ÍNDICE DE ILUSTRACIONES**

### **FIGURAS**

1	Valores de corriente peligrosos para el ser humano	30
2	Fibrilación ventricular	36
3	Efectos fisiológicos en curvas corriente-tiempo	37
4	Montaje de medición autocontenida	53
5	Montaje de medición primaria	57
6	Montaje de medición secundaria	59
7	Fotografía de medición primaria	60
8	Fotografía de medición secundaria	60
9	Clasificación de equipo protector de goma, según la ASTM	66
10	Fotografía de guantes	67
11	Fotografía de casco	69
12	Fotografía de escalera de fibra de vidrio con correa	70
13	Fotografía de detalles de sujeción de correa para escalera	70
14	Fotografía de cincho de seguridad	71
15	Fotografía de mangas	75
16	Fotografía de manguera cobertora	76
17	Fotografías de cubiertas	78
18	Tabla de valoración de los riesgos	86
19	Tabla para evaluación de los riesgos	88
20	Hoja de verificación de uso de equipo de protección personal	98

21	Hoja de verificación del equipo de protección personal	99
22	Tabla de verificación para montaje de equipo autocontenido	104
23	Tabla de verificación para montaje de equipo con medición primaria	105
24	Tabla de verificación para montaje de equipo con medición secundaria	106

## GLOSARIO

<b>Acometida</b>	Conjunto de conductores y componentes utilizados para transportar la energía eléctrica, desde las líneas de distribución de la empresa a la instalación eléctrica del inmueble a servir.
<b>Accidente de trabajo</b>	Se entiende por accidente de trabajo toda lesión corporal que el trabajador sufra con ocasión o a consecuencia del trabajo que ejecuta por cuenta ajena. Esta definición legal se refiere tanto a las lesiones que se producen en el centro de trabajo como a las producidas en el trayecto habitual entre éste y el domicilio del trabajador.
<b>Accidente</b>	Suceso no deseado que produce pérdidas y que puede o no, producir daños
<b>Acometida</b>	Grupo de componentes utilizados para llevar la energía eléctrica desde las líneas de distribución de la distribuidora hasta la instalación eléctrica de un usuario en particular
<b>Administrador del Mercado Mayorista:</b>	Ente regulador guatemalteco del servicio de energía eléctrica que se encarga de sistematizar las relaciones entre las empresas distribuidoras, las empresas

transmisoras y las empresas generadoras de energía eléctrica.

**Amperio:** Unidad de medida de la corriente eléctrica equivalente al paso de un Coulomb de carga en un segundo por un punto dado de un circuito eléctrico.

**ANSI:** Letras iniciales, en idioma inglés, del Instituto Nacional Norteamericano de Estándares.

**ASTM:** Letras iniciales, en idioma inglés, de la Sociedad Norteamericana para Pruebas y Materiales.

**Bobina:** Conjunto de alambres enrollados en torno a un eje común utilizados para generar campos magnéticos.

**Caja socket:** Caja, generalmente metálica, diseñada para alojar al medidor de energía eléctrica.

**Circuito:** Conjunto de dispositivos eléctricos conectados entre si para que por ellos circule una corriente eléctrica que puede ser usada, o no, para un fin útil.

### **Comisión Nacional de Energía**

**Eléctrica:** Ente guatemalteco encargado de regular todo lo concerniente al ramo eléctrico.

**Conector:** Dispositivo utilizado para asegurar mecánicamente el contacto eléctrico entre los cables de la empresa distribuidora de energía y los cables de la acometida que servirán al usuario.

**Consumo:** Cantidad de kilovatios-hora que un determinado usuario ha tomado de la red en un período dado, generalmente un mes.

**Contactos directos:**

Contactos de personas con partes activas de materiales y equipos. Denominándose parte activa al conjunto de conductores y piezas conductoras bajo tensión en servicio normal.

**Contacto**

**indirecto:** Es el se produce por efecto de un fallo en un aparato receptor o accesorio, desviándose la corriente eléctrica a través de las partes metálicas se éstos. Pudiendo por esta causa entrar las personas en contacto con algún elemento que no forma parte del circuito eléctrico y que en condiciones normales no deberían tener tensión

**Coulomb:** Unidad de medida de la carga eléctrica equivalente a  $1.28 \times 10^{18}$  electrones o protones.

**Demanda:** Requerimiento, en kilovatios, que un determinado usuario hace al sistema de distribución de energía eléctrica.

**Devanado:** Conjunto de bobinas, generalmente de un motor eléctrico, conectadas entre si para algún fin específico.

**Dial:** Parte del medidor de energía en cuyo seno se mueven las agujas del mismo. Está formado generalmente por un círculo y unos números a manera de un reloj de agujas.

**Enfermedad profesional:**

Es aquel deterioro lento y paulatino de la salud del trabajador, producido por una exposición a contaminantes, considerando como tales, desde un punto de vista amplio, un producto químico, una energía, o un ser vivo presente en un medio, en este caso el medio laboral, que, en cantidad suficiente puede afectar a la salud de las personas que entren en contacto con él.

**Escaras:** Costras que se forman sobre una quemadura.

**Estrés laboral:** Es un desequilibrio importante entre la demanda y la capacidad de respuesta del individuo bajo condiciones en las que el fracaso ante esta demanda posee importantes consecuencias. Según esta definición, se produciría estrés cuando el individuo percibe que las demandas del entorno superan a sus capacidades para

afrontarlas y además, valora esta situación como amenazante para su estabilidad.

**Evaluación de**

**riesgos:**

Proceso mediante el cual se obtiene información necesaria para que la organización esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la oportunidad de adoptar acciones preventivas y en tal caso, sobre el tipo de acciones que deben adoptarse.

**Fase:**

Cada uno de los cables del servicio de distribución por el que se desplaza una onda de corriente alterna.

**Fibrilación**

**ventricular:**

La fibrilación ventricular son contracciones anárquicas del músculo cardíaco que se produce por el paso de la corriente eléctrica de una cierta intensidad y duración a través del corazón.

**Flipón:**

Dispositivo eléctrico usado para proteger los circuitos de magnitudes de corriente que pueden ser dañinas para los dispositivos conectados. Tiene la particularidad que puede accionarse varias veces.

**Fusible:**

Dispositivo eléctrico que protege los circuitos al no dejar pasar más que una magnitud de corriente establecida, una vez accionado, no puede reutilizarse.

**Kilovatio:** Unidad de medida de la potencia eléctrica equivalente a un circuito eléctrico de un voltio que circula una corriente de un amperio.

**Kilovatio-hora:** Unidad de medida de la energía eléctrica equivalente a una demanda de un kilovatio durante una hora.

### **Kilovoltio amperio**

**reactivo:** Unidad de medida de la energía reactiva.

**Kilovoltio:** Magnitud de voltaje equivalente a mil voltios.

### **Medicina del**

**trabajo:** Es una ciencia que, partiendo del conocimiento del funcionamiento del cuerpo humano y del medio en que éste desarrolla su actividad, en este caso, el laboral tiene como objetivos la promoción de la salud (o prevención de la pérdida de salud), la curación de las enfermedades y la rehabilitación.

### **Medición**

**autocontenida:** Tipo de medición que no necesita ningún equipo auxiliar, consta únicamente de un medidor de energía.

**Medición con**

**equipo auxiliar:** Tipo de medición que necesita equipo que auxilie al medidor de energía eléctrica. Cuenta con transformadores de voltaje y/o transformadores de corriente.

**Monofásico:** Servicio de energía eléctrica que utiliza únicamente una fase para funcionar.

**OSHA:** Siglas iniciales, en idioma inglés, de la Administración de la Seguridad y Salud Ocupacionales.

**Poliducto:** Ducto de polímero, de color negro, que puede ser utilizado para alojar cables de electricidad.

**Porta-fusibles:** Dispositivo eléctrico diseñado para alojar los fusibles y así puedan colocarse mecánicamente en el sistema de distribución de la empresa.

**Posteado:** Conjunto de postes que forman parte del sistema de distribución de energía de la empresa distribuidora y que sirven para mantener los cables de la empresa distribuidora a la distancia necesaria para que no representen peligro

**Reanimación**

**cardiopulmonar:** Conjunto de técnicas que se aplican a los accidentados que presentan ausencia de respiración o pulso. Técnica boca-boca y masaje cardíaco.

**Riesgo**

**incorporado:** Es aquel riesgo que no es propio de la actividad, sino que producto de conductas poco responsables

**Riesgo inherente:** Es aquel riesgo que por su naturaleza no se puede separar de la situación donde existe. Es propio del trabajo a realizar.

**Riesgo:** La probabilidad que un peligro (causa inminente de pérdida), existente en una actividad determinada durante un período definido, ocasione un incidente con consecuencias factibles de ser estimadas.

**Tomacorriente:** Dispositivo eléctrico usado para distribuir la energía eléctrica dentro de un inmueble. Es el dispositivo eléctrico al cual se conectan los demás para poder funcionar.

**Transformador:** Dispositivo eléctrico utilizado ampliamente en el transporte y distribución de energía eléctrica, debido a la particularidad de que es capaz de aumentar y reducir los valores de voltaje de la corriente alterna.

**Triángulo de**

**potencia:** Diagrama con forma de triángulo en donde se representan los tres tipos de energía eléctrica: aparente, real y reactiva y su relación entre si.

- Trifásico:** Servicio de energía eléctrica que utiliza las tres fases del sistema de distribución para funcionar.
- UNE:** Letras iniciales de una Norma Española. Norma que rige en España.
- Voltio:** Unidad de medida del voltaje.



## RESUMEN

El descubrimiento de la electricidad como una forma de energía capaz de ser transformada y en consecuencia transmitida y distribuida a cada hogar y a cada industria, ha traído consigo riesgos inherentes a ella, riesgos que en los hogares de antaño no existían.

El estudio de la electricidad ha traído consigo el progreso de la humanidad y actualmente no se concibe la idea de vivir sin ella. Su estudio ha traído consigo toda una serie de nuevos materiales y procedimientos destinados a su correcta manipulación y aprovechamiento sin que ésta represente un peligro.

Las empresas distribuidoras de energía eléctrica hacen posible que la electricidad llegue hasta cada hogar y hasta cada industria. En cada punto en el que una empresa distribuidora presta el servicio de energía eléctrica se cuenta con medidores que sirven para determinar cuanta energía eléctrica se ha consumido en un período determinado, haciendo las veces de cajas registradoras.

El trabajar en un punto de medición de energía eléctrica ya sea para montarlo, revisarlo o cambiarlo trae consigo ciertos riesgos, tales como, caídas de altura o descargas eléctricas. Esos riesgos disminuyen con una correcta metodología para realizar dichos trabajos. Se debe de contar con la herramienta adecuada y con los procedimientos adecuados para cada una de las actividades que se realizan. La revisión periódica de los procedimientos y herramientas disminuye el riesgo.

La documentación de los procedimientos, del tipo de herramienta necesario para cada procedimiento y equipo de protección necesarios y de las revisiones, es una de las herramientas más útiles para la disminución del riesgo. Si ella se une, un correcto entrenamiento y actualización constante hace posible la reducción de la accidentalidad.

Los accidentes con electricidad pueden ser muy costosos desde el punto de vista monetario y desde el punto de vista humano, ya que pueden provocar pérdidas por grandes sumas y también pérdidas humanas. Hay que tratar por todos los medios posibles que dichos accidentes no se den, no importando que dichos accidentes no produzcan ninguna lesión o no produzcan ninguna pérdida monetaria. Todos los accidentes son importantes y por ello se deben investigar y documentar de tal manera que sirvan para disminuir el riesgo en situaciones similares a los que los provocaron.

## **JUSTIFICACIÓN**

La importancia de contar con procedimientos para la disminución de riesgos eléctricos en medición de energía eléctrica es grande para las empresas distribuidoras de energía eléctrica ya que se pueden apoyar en ellos para que el personal de campo, que interactúa con el equipo de medición, tenga el conocimiento necesario para no poner en riesgo su integridad física y la integridad física de los distintos componentes de la medición.

Existe operaciones en las que es inevitable la interacción del ser humano con el equipo de medición, en esos momentos, el personal de campo trabaja con voltajes que oscilan desde cientos a miles de voltios. Estos voltajes pueden ser peligrosos, repercutir en quemaduras, descargas eléctricas, etc. Al mismo tiempo, puede dañarse equipo costoso.

Un beneficio adicional que obtienen las empresas distribuidoras de energía, al seguir procedimientos seguros en sus mediciones, es que proyectarán una imagen responsable, segura y confiable para todos sus usuarios. Al mismo tiempo, el personal de campo se sentirá más seguro y se identificará con la empresa.



## **OBJETIVOS**

### **General:**

Proveer a las empresas distribuidoras de energía, procedimientos para la reducción de los riesgos eléctricos durante el montaje, cambio y revisión del equipo de medición eléctrica.

### **Específicos:**

1. Dotar de procedimientos de seguridad al personal encargado de la instalación, verificación y cambio de equipo de medición, para proteger su integridad.
2. Informar acerca del cuidado que se debe tener durante la instalación, verificación y cambio de equipo de medición para no dañar el equipo de distribución de energía eléctrica.
3. Disminuir la ínter actuación de personal no calificado con el equipo de medición eléctrica.
4. Reducir la incidencia de los accidentes eléctricos del personal de campo de las empresas distribuidoras de energía.
5. Dar a conocer medidas que ayuden a proteger físicamente al equipo de medición eléctrica.

6. Indicar el equipo de seguridad, que como mínimo, debe tener el personal de campo que se encarga del equipo de medición en las empresas distribuidoras de energía eléctrica.
7. Determinar el uso correcto del equipo de seguridad del personal de campo de las empresas de distribuidoras de energía eléctrica.
8. Advertir sobre el mantenimiento y cuidados necesarios que debe tener el equipo de seguridad del personal de campo de las empresas de distribuidoras de energía eléctrica.

## INTRODUCCIÓN

La electricidad es uno de los descubrimientos más grandes del siglo XVIII, ya que ha cambiado nuestro modo de vivir. Se tiene presente casi en todo momento de nuestra vida, desde el trabajar en una computadora hasta al tomar un duchazo con agua caliente, que pasa casi desapercibida.

La energía eléctrica es una forma de energía fácilmente convertible a otro tipo de energía, tal como energía cinética (motores eléctricos), energía térmica (estufa eléctrica) o energía luminosa (lámpara incandescente). El único momento en el que se toma conciencia de su importancia es cuando no se tiene.

Gracias al estudio que grandes científicos hicieron de este fenómeno, tales como Michael Faraday, James Maxwell, Charles Coulomb y Joseph Henry entre otros, se logró entenderlo. Pero fue gracias a la contribución del inventor Nikola Tesla que ahora se cuenta con sistemas de transformación y transporte de energía eléctrica y se pueda así tomarla simplemente del tomacorriente.

Para que la energía eléctrica llegue hasta nuestros hogares los seres humanos cuentan con centrales eléctricas, transformadores, reguladores de voltaje, etc. Al mismo tiempo se cuenta también con los instrumentos encargados de la medición de la energía llamados medidores, o como se les conoce popularmente, contadores.

Las medidas de seguridad fueron apareciendo también a la par de los nuevos descubrimientos y aplicaciones, de tal manera que, ahora se tiene toda una variedad de dispositivos que ayudan a reducir los riesgos eléctricos; todos los cuales deben ser objetos de un estudio, dependiendo de la aplicación específica, para ser correctamente administrados y así hacer oportuna su aplicación y uso.

## **1. EL MEDIDOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA.**

Cuando una persona va al supermercado, regularmente va tomando una a una todas las cosas que necesita comprar, luego, al tener todo junto, procede a pagar lo que ha tomado. En ese momento existe una máquina que se encarga de conciliar entre comprador y el vendedor para ponerse de acuerdo sobre el monto de lo adquirido, esa máquina es la caja registradora.

Cuando se habla de energía eléctrica sucede exactamente lo mismo, los usuarios van tomando de la red la energía que necesitan. Al finalizar un período de tiempo, que en nuestro medio es de un mes, se echa mano de otra máquina para conciliar sobre el monto de lo adquirido. Esa máquina es el medidor de energía eléctrica o, como se le llama comúnmente, el contador.

### **1.1. La energía eléctrica.**

La energía eléctrica es hoy por hoy una de las más importantes debido a que posee una particularidad: puede ser fácilmente transportada y convertida en otros tipos de energía, tales como la energía cinética (ventiladores), luminosa (lámparas), etc. Para entenderla mejor se verá los orígenes de su descubrimiento y aplicación.

#### **1.1.1. Orígenes de la electricidad.**

Los antiguos griegos fueron los primeros en experimentar los efectos de la electricidad, notaron que al frotar el ámbar éste adquiría cierta fuerza de atracción sobre algunos objetos pequeños. Algo similar ocurre por ejemplo cuando un muchacho roza el lapicero en su cabellera para ver luego como

son atraídos pequeños trozos de papel hacia el lapicero. Por cierto, la palabra griega para designar al ámbar es “*elektron*”.

El físico y médico inglés William Gilbert descubrió, alrededor de 1,600 que la cualidad de atraer objetos pequeños, observada por los griegos, no solamente se limitaba al ámbar. Después, fue el científico francés Charles Coulomb quien, en 1,785 describió las particularidades de éste fenómeno. Por último, el trabajo de otros grandes científicos como los del danés Hans Oersted, los del estadounidense Joseph Henry y los del inglés Michael Faraday, sobre todo, ayudaron descubrir que la electricidad es solo un lado de la moneda que es llamada fenómeno electromagnético y ayudaron al físico James Clerk Maxwell a formular las leyes del electromagnetismo tal como se las conoce actualmente. Ahora se sabe que el electromagnetismo es una de las cuatro fuerzas fundamentales existentes en la naturaleza y que dan forma a ésta.

Desde el punto de vista sub-atómico la corriente eléctrica se produce por el movimiento de cargas eléctricas hacia una misma dirección. Se recordará que en el átomo existen 2 partículas importantes para la electricidad: los protones y los electrones. Los primeros tienen una carga positiva y los segundos una carga negativa. En cuanto a su disposición, los primeros están todos juntos en el núcleo del átomo y los segundos están girando alrededor del núcleo, haciendo una comparación con el sistema solar sería algo así como que el Sol estuviera compuesto de protones y los electrones giraran alrededor del sol tal como lo hacen los planetas. Cuando se produce una corriente eléctrica, generalmente son los electrones los que dejan de girar alrededor del núcleo para moverse hacia donde son atraídos.

Antes de continuar se definirá lo que es un circuito eléctrico. Un circuito eléctrico es un conjunto de dispositivos que utilizan energía eléctrica, interconectados entre sí, para que por ellos pueda circular una corriente eléctrica. Al suponer que se sitúa en un punto ficticio “x” de un circuito eléctrico para determinar qué cantidad de electrones circulan por él en un período de tiempo, similar a si se parara en la esquina a contar cuantos automóviles pasan por allí en un tiempo dado; si por el lugar pasaran  $6.24 \times 10^{18}$  electrones en un segundo se dirá que en el circuito está pasando un amperio de corriente. El amperio es la unidad de medida de la corriente eléctrica.

Otro parámetro eléctrico que interesará en adelante es el voltaje. Generalmente una fuente de voltaje es la responsable del movimiento de electrones dentro de un circuito eléctrico al atraer o repeler electrones. El voltaje es parecido a la altura de una cascada. Haciendo esta comparación, o mejor aún, cambiándola por algo muy parecido: una represa; la corriente sería el chorro de agua que cae de la compuerta de la represa y el voltaje será la altura desde donde está cayendo ese chorro de agua.

Las fuentes de potencial o voltaje de corriente directa, presentan una polaridad, es decir un lado “menos” y otro lado “más”, volviendo a la comparación de la represa, el lado “más” sería como la parte superior de la represa y el lado “menos” sería la parte inferior. Cuando se tiene una pila o cualquier otra fuente de voltaje, lo que se tiene es en realidad una represa de electrones que no tiene abierta la compuerta y al colocar la pila, por ejemplo en una linterna y se acciona el interruptor lo que se hace es dejar salir esos electrones para que se muevan todos a través del filamento del bombillo (corriente eléctrica) para producir luz. La unidad de medida del potencial eléctrico o voltaje, es el voltio.

Otro aspecto importante de la corriente eléctrica es que solamente circula en un circuito cerrado. Se dirá que un circuito está cerrado o activo, cuando los electrones corran libremente desde el terminal positivo de la fuente de voltaje hasta el terminal negativo de la fuente de energía pasando por algún aparato que aproveche la energía eléctrica. Quizás quede más claro con un ejemplo. En una lámpara de mano se tienen dispositivos eléctricamente conectados: el bombillo, las pilas y el interruptor. Cuando la lámpara de mano está apagada es porque el circuito está abierto y cuando se acciona el interruptor para que la lámpara de mano se prenda, se cierra el circuito, es decir, se tiene un circuito cerrado.

Actualmente se utiliza dos tipos de corriente eléctrica, la corriente directa y la corriente alterna. La corriente directa se llama así porque no cambia su dirección, ni su magnitud, conforme el tiempo avanza. La corriente alterna es llamada de esa manera puesto que su dirección y su magnitud cambian conforme el tiempo avanza, tal como lo hace una onda.

Hoy por hoy la corriente eléctrica que se proporciona a todos los usuarios de energía eléctrica, en sus casas, comercios e industrias, por medio de la red de distribución eléctrica, es del tipo alterno. Esto es así porque presenta características que la hacen fácil de transportar de un punto a otro.

La energía eléctrica se mide comercialmente en kilovatios-hora y es equivalente a la energía que necesita un aparato de 1,000 vatios (un kilovatio) para funcionar durante una hora, a los kilotatios-hora también se les llama kilowatts-hora. Todos los aparatos que se utilizan en nuestras casas tienen una placa de características en donde se indican varios parámetros, uno de ellos es la potencia del aparato. Por ejemplo, todos los bombillos

colocados en las casas tienen impreso en el bulbo la potencia del mismo y para los bombillos, a mayor potencia, mayor cantidad de luz.

Cuando se trata con corriente eléctrica directa solamente se tendrá potencia útil. Esta potencia puede encontrarse matemáticamente multiplicando el voltaje por la corriente requeridos por un aparato eléctrico cualquiera.

Cuando se habla de corriente eléctrica alterna, existen tres tipos de potencia:

- La potencia activa o útil, que es la que se aprovecha para hacer un trabajo. La cual se mide en kilovatios.
- La potencia reactiva, que es la que se utiliza para producir el magnetismo necesario para el funcionamiento de motores, compresores y otros. Dicha potencia no se convierte en trabajo pero es necesaria para el funcionamiento de estos equipos. Esta se mide en kilovoltio-amperio reactivo.
- La potencia aparente, que se utiliza para definir las características y requerimientos de un aparato. Se mide en kilovoltio-amperio y es suma geométrica de las dos potencias anteriores.

Entonces, con la corriente alterna, la potencia de determinado aparato se puede encontrar multiplicando el voltaje que utiliza para funcionar por la corriente que toma de la red y el resultado habría que multiplicarlo por el factor de potencia.

El factor de potencia no es más que la relación existente entre la potencia activa utilizada por un aparato o instalación determinada y la

potencia aparente. Matemáticamente hablando, esto sería equivalente a dividir la potencia activa dentro de la potencia aparente.

El factor de potencia da una indicación que tan eficientemente se está utilizando la energía eléctrica. Si el factor de potencia es cercano a 1, es decir con buena eficiencia, se necesitará una menor corriente para hacer funcionar los aparatos, se podrá utilizar conductores más delgados, se dará un alargamiento de la vida útil de los conductores, menores pérdidas de voltaje, etc. Un detalle importante del factor de potencia es que queda determinado por los componentes del circuito; en otras palabras, es el usuario quien determina el factor de potencia con el que funciona su instalación.

Según el Artículo número 49 de las Normas Técnicas del Servicio de Distribución<sup>1</sup>, del 7 de abril de 1999, el valor mínimo admitido del factor de potencia de los usuarios es de 0.85 para usuarios con potencias de hasta 11 kilovatios y de 0.90 para usuarios con potencias mayores a 11 kilovatios. Estas potencias se refieren a la demanda. La demanda se definirá como la potencia instantánea máxima que una instalación eléctrica o usuario, requiere de la red durante un tiempo determinado.

Según el Artículo número 51 de esa misma norma todo lo relativo a la Indemnización por bajo Factor de Potencia será incluido en el contrato entre el Distribuidor y el usuario, considerando lo estipulado en los pliegos tarifarios fijados por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica. Los pliegos tarifarios no son más tablas donde se indica el costo que tendrá la energía eléctrica en un trimestre determinado.

---

<sup>1</sup> Normas técnicas del servicio de distribución. Resolución CNEE No. 09-99. 7 de abril de 1999

La Comisión Nacional de Energía Eléctrica o CNEE es el ente que regula todo lo relacionado a la energía eléctrica en Guatemala, vela por el cumplimiento de la Ley General de Electricidad, es decir, vela por que a los usuarios de la energía eléctrica se les preste un buen servicio y goza de independencia funcional para el ejercicio de sus funciones. Es la CNEE quien emite las Normas Técnicas del Servicio de Distribución.

### **1.1.2. Importancia actual de la energía eléctrica.**

La energía eléctrica es actualmente una de las más importantes y quizá la más importante de todas las formas de energía. Por eso todas las otras formas de energía se utilizan para producirla por la facilidad que tiene para transportarse. En realidad, la energía eléctrica no se produce, más bien lo que se hace es transformar otros tipos de energía tales como la nuclear, eólica, o térmica en energía eléctrica.

Con lo descrito anteriormente, se puede en un momento determinado estar utilizando la energía generada a unos 100 Km. o más de distancia. Esto se consigue con una red de transmisión y distribución.

Se verá cómo funciona una red típica de transmisión y distribución de energía. Suponiendo que se genera energía en una central generadora a un voltaje de 13.8kV. Se va a transmitir esta hasta la ciudad, se necesita entonces elevar el voltaje para transmitir la energía (a mayor voltaje en las líneas de transmisión menor pérdida de voltaje en las líneas) se utiliza para ello una máquina llamada transformador y lo eleva a 230kV. Al llegar a la ciudad se necesita reducir el voltaje, se utiliza ahora otro transformador que reduzca el voltaje nuevamente a 13.8kV, ese voltaje es el adecuado para distribuir la energía en la ciudad, pero para ser aprovechada en los hogares

se necesita otro transformador que reduzca el voltaje desde 13.8kV hasta los 240V, esos son los transformadores que se encuentran normalmente en los postes de energía y parecen pequeños toneles; se les llama transformadores de distribución. Los otros dos transformadores mencionados, el que está en la central y el que recibe la energía de la central, están generalmente en subestaciones acondicionadas para tal fin y son de un tamaño considerable. El primero está en una subestación de transmisión y el segundo está en una subestación de distribución.

Para observar la importancia que ha tomado la electricidad se debe considerar lo siguiente: del período comprendido entre 1959 y 1990 la producción mundial anual de energía eléctrica aumentó de poco más de un billón de kilovatios-hora a más de 11.5 billones de kilovatios-hora. En nuestro país se prevé que seguirá en aumento porque no se cuenta con ella en todos los hogares del país.

En algunos países la energía eléctrica se obtiene principalmente a partir de centrales nucleares, tal como Francia. En nuestro país, la energía se obtiene a partir, principalmente, de las centrales térmicas, de carbón y de búnker. Este último es un derivado del petróleo pero menos refinado y barato que el Diesel. Aunque también se cuenta con centrales hidroeléctricas, siendo Chixoy la más grande. La razón del interés por la energía obtenida a partir de las centrales hidroeléctricas es debido a que proporcionan una energía relativamente barata y limpia comparada con las centrales que utilizan búnker.

## **1.2. El medidor de energía eléctrica.**

A la máquina responsable de registrar el consumo de energía eléctrica de un determinado usuario se le llamará Medidor. En el lenguaje

popular esta máquina recibe el nombre de “Contador”. Cada usuario tiene uno instalado en el punto donde toma la energía de la red. Existen varios tipos y el tipo adecuado para cada instalación cambiará dependiendo de la corriente, voltaje y potencia requeridos por la misma.

En un medidor residencial común y corriente éste despliega en su parte frontal una lectura que se toma mes a mes, luego, se hace una resta de la lectura actual menos la lectura del mes anterior para saber cuál es el consumo, en kilovatios-hora, del usuario durante ese mes.

Existe también otro tipo de medidor, utilizado generalmente en los comercios e industrias, en el que además de registrar el consumo, también se registran otros dos parámetros, estos son la demanda y el consumo de energía reactiva.

Para registrar la demanda se procede como sigue: Cada mes se toma también una lectura de la demanda, en kilovatios, solo que esta vez no se deja que el medidor siga registrando mes a mes sino que, cada mes se vuelve a cero. De esta forma, se obtiene el valor de la demanda directamente del medidor, sin necesidad de hacer ninguna resta. Para registrar el consumo de energía reactiva, en kilovoltio-amperios reactivos, se procede de la misma manera en que se registra el consumo.

### **1.2.1. Principio básico de funcionamiento.**

El principio básico de funcionamiento de un todo medidor de energía eléctrica es muy similar al principio de funcionamiento de un motor eléctrico. En un motor eléctrico existe una parte encargada de proporcionar el magnetismo necesario para generar el movimiento, esa parte se llama

estator y es la parte del motor eléctrico que no se mueve, está estática. En esa parte es donde se encuentran las bobinas o devanados eléctricos que no son más que electroimanes. La otra parte del motor eléctrico reacciona con el magnetismo producido en el estator generando un movimiento de rotación; esta parte es la que se llama rotor.

Un medidor de energía eléctrica presenta también estas dos partes, un estator y un rotor. El estator del medidor de energía lo constituyen las bobinas del mismo que, al igual que en el motor eléctrico, no son más que electroimanes. Esas bobinas sirven para medir la corriente y voltaje de la instalación en donde está conectado el medidor.

Dentro de un medidor sencillo residencial, se tiene dos bobinas: una bobina está conectada de tal manera que la corriente de la instalación pasa por ella y se tiene otra bobina conectada de tal manera que hace una toma del voltaje con que está funcionando la instalación. De esta manera se está midiendo el voltaje y la corriente, datos que, según nuestra fórmula para calcular la energía, son necesarios conocer.

Además de conocer el voltaje y corriente, se torna necesario también conocer el tiempo, para ese fin, existe otra parte dentro del medidor que será llamada parte mecánica. Esta parte mecánica funciona como un reloj: registra el tiempo en el cual se ha tomado energía de la red. Al final de esa parte mecánica se encuentran las agujas, las cuales sirven para hacer las facturaciones. Esas agujas son similares a las agujas de los relojes, con la diferencia de que, en un reloj las tres agujas están montadas en el mismo dial y en un medidor las agujas están montadas cada una en un dial diferente. Un medidor sencillo puede tener de cuatro a cinco agujas.

### **1.2.2. Importancia del medidor de energía eléctrica.**

Para que se note la importancia del medidor de energía eléctrica se verá cómo es que se utilizan, en la práctica, para efectuar las facturaciones:

En un medidor residencial común y corriente éste despliega en su parte frontal una lectura que se toma mes a mes, luego, se hace una resta de la lectura actual menos la lectura del mes anterior para saber cuál es el consumo, en kilovatios-hora, del usuario durante ese mes.

Existe también otro tipo de medidor, utilizado generalmente en los comercios e industrias, en el que además de registrar el consumo, también se registran otros dos parámetros, estos son la demanda y el consumo de energía reactiva. La demanda la se definirá como la potencia instantánea máxima que una instalación eléctrica requiere de la red durante un tiempo determinado.

Para registrar la demanda se procede como sigue: Cada mes se toma también una lectura de la demanda, en kilovatios, solo que esta vez no se deja que el medidor siga registrando mes a mes sino que, cada mes se vuelve a cero. De esta forma, se obtiene el valor de la demanda directamente del medidor, sin necesidad de hacer ninguna resta. Para registrar el consumo de energía reactiva, en kilovoltio-amperios reactivos, se procede de la misma manera en que se registra el consumo.

El costo del kilovatio hora y de la demanda requerida es determinado trimestralmente por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica. Al momento de hacer la factura correspondiente a un usuario en particular se multiplica el

consumo en kilovatios-hora del mes por el precio que tenga cada kilovatio-hora dependiendo de la tarifa que le corresponda.

Cuando se trata de la demanda, cada usuario contrata una cierta cantidad de demanda, en kilovatios. En otras palabras, declara que utilizará cierta cantidad de demanda. Dependiendo de la cantidad de demanda que necesitará variará el valor de la demanda. Luego habrá que multiplicar el valor unitario de la demanda por la demanda solicitada del sistema.

Con respecto a los kilovoltio-amperios reactivos, estos no se cobran pero si sirven para saber cuál fue el factor de potencia de la instalación. Como se recordará, el factor de potencia de la instalación dice cuan eficientemente se utiliza la energía eléctrica para hacer un trabajo útil por lo que indica que tan grandes deben ser los equipos del distribuidor y del usuario. Hablando en términos prácticos, cuanto mejor sea el valor del factor de potencia se necesitará equipos más pequeños para realizar el mismo trabajo. El factor de potencia puede variar de 0 a 1 pero se considera bueno el factor de potencia cuando es superior a 0.90. Cuando un usuario presenta una instalación con un factor de potencia menor al estipulado por la CNEE es penalizado, es decir, se le hace un cargo adicional en su factura. El factor de potencia de una instalación se puede corregir instalando un banco de capacitores.

Otro lugar en donde son muy importantes los medidores de energía eléctrica es en aquellos puntos llamados de intercambio. Los puntos de intercambio son aquellos puntos en los que un generador, un transportista de energía eléctrica o un distribuidor se encuentran, eléctricamente hablando. Según la Ley General de Electricidad una misma empresa no puede dedicarse al mismo tiempo a la generación, transporte y/o distribución de

energía eléctrica. Entonces, resulta necesario que en los puntos en los que, el generador entrega la energía al transportista y el transportista entrega energía al distribuidor existan medidores que se encarguen de conciliar.

El Administrador del Mercado Mayorista o AMM es el encargado de determinar las características técnicas de los medidores que se encuentran en los puntos de intercambio. El Administrador del Mercado Mayorista es el ente formado para garantizar la seguridad y el abastecimiento de energía eléctrica de nuestro país.

### **1.3. Otros equipos de medición de energía eléctrica.**

Dependiendo del voltaje en que se esté suministrando la energía eléctrica un medidor puede necesitar algún otro dispositivo auxiliar que lo ayude a realizar la medición. Esto se debe a que en ocasiones el voltaje y/o la corriente de la instalación son demasiado altos como para que el medidor los resista.

Si en una instalación con alto voltaje se instalara un medidor directamente a la red se requeriría un medidor con cualidades de aislamiento eléctrico extremadamente altas, mayor robustez y sería muy caro. Además, representaría un potencial peligro para quien llegue a tomar las lecturas del medidor o para cualquiera que se acercara por el peligro latente de una descarga.

Desde la perspectiva de la alta corriente también sería problemático tener un medidor directamente conectado a la red porque se requeriría un medidor con conductores con una sección extremadamente grande como

para soportar las altas corrientes haciendo nuevamente al medidor muy robusto y muy caro.

Por las razones antes descritas, son importantes otros equipos de medición que ayuden al medidor en esas ocasiones en las que se rebasen sus capacidades. Los equipos que generalmente auxilian a los medidores son los llamados transformadores instrumento.

Los transformadores son las máquinas eléctricas más eficientes que se construyen en la actualidad. Su función principal es la de modificar el valor del voltaje suministrado por la red. Con un ejemplo quedará esto más claro; si se supone que se tiene una lámpara que funciona con 12V de corriente alterna (12V AC) y se quiere conectarla al tomacorriente de nuestra casa, en donde se tiene 120V AC. Lo que se hace es conseguir un transformador que disminuya el voltaje de 120V AC a 12V AC, entonces se conecta el extremo adecuado del transformador al tomacorriente y el otro a nuestra lámpara y listo.

El transformador solamente funciona con corriente alterna y presenta dos juegos de terminales, los primarios, que son los que toman la corriente de donde se tiene disponible y los secundarios, que son los que sirven para conectar el aparato que necesita un voltaje distinto al que se dispone. Volviendo al ejemplo de la lámpara, los terminales que se conectaban al tomacorriente eran los primarios y los secundarios eran los que se conectaba a la lámpara.

Existen transformadores elevadores de voltaje y también hay reductores de voltaje. En otras palabras, existen transformadores que aumentan la magnitud del voltaje y existen otros que disminuyen la magnitud

del voltaje. En el ejemplo de la lámpara se tenía un transformador reductor y los que utilizan los medidores también son reductores.

### **1.3.1. El transformador de potencial**

El transformador de potencial es aquel cuya función principal es la de transformar los valores de voltaje desde varios miles de voltios hasta valores seguros para el medidor y para el personal que tenga cercanía con el medidor.

Se construyen para diferentes relaciones de transformación, es decir, se construyen de varios valores de reducción del voltaje. Esto generalmente se da con dos números como por ejemplo, 10 a 1. Volviendo a nuestro ejemplo de la lámpara, se habrá notado que el voltaje se redujo de 120V AC a 12V AC, en otras palabras era un transformador reductor con relación de transformación 10 a 1 ya que por cada diez voltios en el lado primarios habrá solamente un voltio en el lado secundario.

### **1.3.2. Transformadores de corriente**

El transformador de corriente es aquel cuya función principal es la de transformar los valores de corriente hasta rangos aceptables para el funcionamiento del medidor. Otra función importante de este tipo de transformador es que sirve para aislar el circuito de medición del circuito de potencia de la instalación, haciendo el primero de mejor manejo.

Este tipo de transformador en realidad lo que hace es tomar solamente una muestra de la corriente que pasa por el circuito de potencia. En algunas ocasiones no se conectan al circuito, contrario a los

transformadores de potencial que siempre están conectados, sino que son de tal forma y se colocan de tal manera que los cables de entrada de la instalación puedan hacer las veces del primario. Estos transformadores se construyen también de diferentes relaciones de transformación.

#### **1.4. Tipos de medición**

Atendiendo al tipo de medición que tiene un usuario, se puede hablar de la existencia de dos tipos de medición. Uno que sirva para usuarios que requieran un bajo voltaje y otro para usuarios que requieran un alto voltaje. Anteriormente se vió la existencia de equipo auxiliar de medición pero éste no se utiliza en todas las mediciones de energía, solamente en las mediciones donde exista un alto voltaje. Queda a criterio de la empresa distribuidora el tipo de medición que deba de instalarse atendiendo a los requerimientos que un usuario en particular haga a la red.

##### **1.4.1. Medición autocontenida.**

Medición autocontenida será llamada aquella en la que no es necesario ningún equipo que auxilie al medidor. Es el tipo de medición utilizado en la mayoría de los hogares y pequeñas empresas. Es el que se utiliza con voltajes pequeños, menores de 440V AC.

El medidor se coloca en una caja especialmente diseñada para él, de tal manera que los cables del distribuidor se conectan a los terminales de entrada del medidor, generalmente se trata de los terminales superiores. En los terminales de salida del medidor se conectan los cables del usuario, generalmente se trata de los terminales inferiores.

De lo anterior se desprende que el medidor se conecta directamente al voltaje proporcionado por el distribuidor y por él circula toda la corriente que es suministrada al usuario.

#### **1.4.2. Medición con equipo auxiliar.**

La medición con equipo auxiliar se presenta cuando el valor del voltaje es demasiado elevado como para que se conecte el medidor directamente a él. Generalmente se utiliza en empresas de medianas a grandes y también se presenta en los puntos de intercambio.

En este tipo de medición el medidor es colocado en una caja especialmente diseñada para él. Sin embargo, hasta esa caja no llegan los cables del distribuidor ni los cables del usuario; en su lugar, llegan a esa caja los cables de los secundarios de los transformadores de potencial y de los transformadores de corriente.

El medidor de este tipo de medición tiene un factor multiplicador por el cual tiene que multiplicarse las lecturas que de él se tomen. Se recordará que los transformadores de corriente y de voltaje reducen la magnitud de éstos a valores que pueda manejar el medidor, de allí la necesidad del factor multiplicador.

Otro detalle importante de este tipo de medición es que se presenta por lo general en servicios llamados trifásicos. Un servicio trifásico es un servicio de energía eléctrica que se sirve utilizando tres cables vivos (tres fases) y un cable neutral extra. Los servicios residenciales generalmente se sirven con un servicio monofásico, es decir, dos cables vivos (de una misma

fase) y un cable neutral obtenido de una derivación de la mitad de la fase que se esté utilizando.

## 2. LOS RIESGOS ELÉCTRICOS.

### 2.1. Definición de riesgo.

Según la enciclopedia Encarta, un riesgo es “la contingencia o proximidad de un daño”<sup>2</sup>. Para el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo español, un riesgo laboral es la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo.<sup>3</sup>

Se dirá que un riesgo es la probabilidad, que tiene determinada actividad o determinada situación derivada de una actividad, para provocar algún daño; ya sea este para la persona involucrada directamente en la actividad, para sus compañeros de trabajo o para su entorno. Como su entorno se entenderá todo lo existente alrededor de la escena donde se desarrolla la actividad, tales como, los materiales usados, equipo, maquinaria, etc, incluido acá también el medio ambiente.

Todas las actividades que se desarrollan conllevan algún tipo de riesgo, unas más y otras menos. Como dice Víctor Belmar Muñoz, “la actividad exenta de ello (riesgo) representa inmovilidad total...el riesgo cero no existe.”<sup>4</sup> Se podría pensar que la aseveración anterior se refiere únicamente a las actividades productivas, sin embargo, no hay nada más alejado de la realidad. Aún en las actividades cotidianas desarrolladas en nuestros hogares existe algún tipo de riesgo. Para ejemplificar lo anterior se

---

<sup>2</sup> Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2000. © 1993-1999 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

<sup>3</sup> Prevención de riesgos laborales, Curso Básico. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España.

<sup>4</sup> Víctor Belmar Muñoz, Prevención de riesgos - Implantación de un sistema efectivo de control del riesgo operacional en la empresa.

<http://www.monografias.cosm/trabajos13/progper/progper.shtml>

puede mencionar casos en los que se han producido explosiones al utilizar estufas a gas o más cotidianamente los cortes que algunas damas de casa se producen accidentalmente al estar cocinando. Incluso se ha sabido de personas que han sufrido una caída por resbalarse en el momento de bañarse.

Si lo que se quiere es prevenir acontecimientos no deseados, en materia de seguridad, se debe trabajar sobre los riesgos. De la siguiente manera:

- Identificar los riesgos. Como primer paso al trabajar con los riesgos, éstos deben ser identificados. No se puede hablar de prevención de riesgos si los mismos no se han identificado. Cada actividad conlleva los suyos propios por lo que se hace necesario identificar los que presenta cada una.
- Evitar los riesgos. El siguiente paso será evitar los riesgos ya identificados. Se ha de trabajar desde su origen para que no se vuelvan más grandes o más inminentes.
- Evaluar los que no se puedan evitar. Existirán algunos riesgos que siempre se encontrarán inherentes a la actividad y no se podrán separar de esta. En este caso habrá que evaluar esos riesgos para saber cómo manejarse ante cualquier eventualidad y tomar las medidas preventivas necesarias.

### **2.1.1. Tipos de riesgos.**

Se puede identificar dos tipos de riesgos dependiendo de su origen. En primer lugar se puede hablar de los riesgos inherentes. Estos son los que por su naturaleza no se pueden separar de la situación donde existe. Es

propio del trabajo a realizar. Como ejemplo de ello se puede mencionar el riesgo de caída que tiene el deporte del alpinismo.

El otro tipo de riesgo será el riesgo incorporado. Este tipo de riesgo no es propio de la actividad a realizar sino que tiene su origen en conductas poco responsables. Volviendo al ejemplo del alpinismo, se dirá que se tiene un riesgo incorporado si se utiliza equipo que no está en buenas condiciones debido a la irresponsabilidad de no verificar su estado antes de usarlo.

#### **2.1.1.1. Los accidentes.**

Los accidentes se tienen presentes en la cotidianidad de nuestras actividades diarias. Quizás de los que tenemos mayor información es de los llamados accidentes de tránsito. Se sabe que dichos accidentes cobran vidas anualmente o en el mejor de los casos solo provocan un susto.

Los accidentes no solamente se producen mientras se está en tránsito a bordo de algún vehículo. También se producen en las industrias y también en nuestros hogares. Por el alto costo que presentan se hace necesario su estudio para la disminución de los mismos.

#### **2.1.1.2. Definición de accidente.**

Se definirá accidente como todo aquel acontecimiento que altera el curso regular de las actividades, con o sin daño a la propiedad pública, privada o a las personas involucradas o no en el mismo.

Los accidentes se producen generalmente debido a una condición insegura o a un acto inseguro. Una condición insegura se entenderá como una condición riesgosa que puede desencadenar un accidente. La condición riesgosa puede ser inherente o no al trabajo que se realiza. Como una condición riesgosa se puede mencionar unas gradas que no cuenten con su respectiva barandilla de seguridad.

Un acto inseguro se dirá que es un acto irresponsable, de una persona en particular, reñido con el sentido común y con la seguridad. Como ejemplo de ello se puede mencionar al acto de correr sobre una superficie resbalosa.

No siempre una condición insegura o acto inseguro desencadenan un accidente. Sin embargo, toda condición insegura y todo acto inseguro conllevan inherentemente un riesgo.

Quizá por lo anterior hay ocasiones en las que los actos y condiciones inseguras están tan enraizadas. Sucede que lo que se percibe primeramente es que la seguridad está reñida con el beneficio económico debido a que, por ejemplo, al utilizar un equipo de protección se percibe que la producción disminuye. Sin embargo no se toma en cuenta que un accidente es muy costoso debido a que se incurre en pérdidas derivadas del mismo, tales como:

- Pérdida de tiempo de los trabajadores involucrados en el accidente.
- Pérdidas de tiempo de los trabajadores cercanos al área del accidente.
- Pérdida de tiempo de producción de la línea donde se dio el accidente.

- Redistribuir los trabajadores en el área.
- Contratar un nuevo trabajador y prepararlo para esa actividad.
- Comprar o reparar la maquinaria y/o equipos dañados.
- Pago del tiempo extraordinario necesario para cumplir con las metas de producción.
- Pago de penalización por no cumplir con los pedidos requeridos por los clientes.
- Pérdida de clientes por no cumplir con los pedidos.
- Baja de la producción de los trabajadores por temor a un nuevo accidente.

### **2.1.2. Qué hacer en caso de accidente.**

Habría que tratar por todos los medios que estén a disposición que los accidentes no ocurran, sin embargo es también importante saber qué hacer en caso se dieran debido a que los accidentes aparecen de repente y sin avisar.

Por regla general, al producirse un accidente se deberá proceder como sigue:

- No pierda la calma. Lo más importante con lo que se debe contar al presenciar un accidente es la calma. Como dice el refán, *es mejor pensar con la cabeza fría*; de esa forma se estará mejor equipado ante el accidente ya que se pensará mejor. Los sentidos darán mejor la información del accidente y se podrá tomar mejores decisiones; incluso, se podrá recordar que es lo que debe de hacerse.

- No mueva al herido a menos que sea necesario. Un herido, si este se presenta, no hay que movilizarlo a menos que sea estrictamente necesario, es decir, que corra peligro su vida. Algunas lesiones, como una fractura de columna, se vuelven más graves si se moviliza al accidentado. Habrá que esperar a que personal paramédico capacitado lo retire de la escena convenientemente. Evalúe la peligrosidad de la escena.
- Efectúe la evaluación primaria del herido. Si bien un herido no debe moverse, se debe efectuar una evaluación primaria del herido. Esta incluye la exploración de los signos vitales, debe realizarse en el siguiente orden: Conciencia, Respiración y Pulso.
- Para verificar el estado de conciencia del accidentado se le debe hacer preguntas tales como su nombre y la fecha actual. Si el accidentado está consciente, habrá que preguntarle como se siente y qué le duele para poder hacer una evaluación secundaria y atender posibles heridas en el cuerpo. Dele seguridad al accidentado.
- Para determinar si el accidentado respira habrá que colocar la mano o el oído en sus fosas nasales y observar su caja torácica. Si no respira, será necesario aplicar algún método de respiración artificial.
- Para comprobar si el accidentado tiene pulso se deberá colocar la mano haciendo presión sobre la muñeca o sobre el cuello. Si el accidentado no tiene pulso habrá que iniciar con algún método de reanimación.

- Abríguelo. Es muy probable que el accidentado sienta frío como consecuencia del accidente al entrar en un estado llamado “estado de shock” o simplemente en “shock”.
- Avise. Luego de ayudar primariamente al accidentado y de evaluar la escena, de aviso de inmediato. Si en el lugar se cuenta con personal calificado, es probable que ellos se hagan cargo. Si en el lugar no se cuenta con personal adecuado habrá que alertar a los cuerpos de socorro. En cualquiera de los dos casos es probable que a usted se le pregunten cosas como el tipo de accidente, la dirección donde sucedió y su nombre. También puede pedirle a alguien más que dé aviso en lugar de usted para no dejar solo al accidentado.

Si alguien más ya se hizo cargo lo mejor es no estorbar y ayudar a que los demás no pierdan la calma y tampoco estorben. Puede, por ejemplo, ayudar a que la escena del accidente sea desalojada.

Desde el punto de vista administrativo habrá que estar preparado ante los accidentes definiendo rutas de evacuación, definiendo y capacitando equipos de trabajo que se encarguen de los primeros auxilios del posible accidentado y también haciendo que se definan y capaciten equipos encargados de coordinar una posible evacuación de emergencia. Además, será necesario informar a todo el personal sobre la existencia de los equipos y de cómo deberá actuarse en caso de algún accidente.

Será necesario crear un ente o designar una persona para que coordine a los equipos y defina junto con los equipos los procedimientos a seguir ante cualquier accidente.

También será necesario también hacer simulacros que ayudarán a establecer la efectividad de los equipos y procedimientos establecidos, haciendo las correcciones pertinentes según se vea necesario.

## **2.2. Los riesgos eléctricos.**

La electricidad se ha convertido en algo tan cotidiano que, al no ser percibida por más sentidos que el tacto, se cae en despreocupación en su uso. No es sino hasta que se observa, lamentablemente, un accidente de proporciones mayores que se cae en la cuenta de que el mal manejo de la electricidad puede llevar a la muerte.

Actualmente todos los aparatos que utilizan la electricidad son muy seguros y bajo condiciones normales de uso no presentan ningún riesgo inherente. Sin embargo, su uso irresponsable si puede facilitar la aparición de accidentes.

Es cuando se maneja la electricidad que se presentan los riesgos y es cuando generalmente se dan los accidentes. Las compañías productoras, transmisoras y distribuidoras de energía eléctrica, que son las que manejan la electricidad prestan mucha atención a los riesgos que presenta la electricidad.

Los accidentes eléctricos generalmente se producen por el contacto de una persona con partes activas que tienen un determinado voltaje o nivel de tensión. Los contactos pueden ser de dos tipos:

- Contacto directo: Es el que se presenta cuando una persona hace contacto con material o equipo que normalmente está energizado. Se

puede dar por el contacto con dos partes del circuito eléctrico, por el contacto con una parte del circuito energizado y la tierra o por inducción.

- **Contacto indirecto:** Es el que se presenta cuando una persona hace contacto con material o partes de equipo que normalmente no están energizadas debido al mal funcionamiento del aislamiento del equipo o la mala condición en que se encuentra una instalación eléctrica. Se puede dar cuando se presenta el llamado contacto a masa.

Al hacer contacto la persona recibirá un choque. Cuando esto sucede, La persona se convierte en parte del circuito. En otras palabras, la corriente eléctrica pasa por su cuerpo como si su cuerpo fuera un conductor.

Para entender cómo puede darse un contacto al tocar solo un alambre y la tierra es necesario hacer la observación de que los generadores y transformadores tienen conexiones a tierra. Por tanto, puede suceder que al tocar uno de los conductores energizados la corriente intente retornar al transformador usando la tierra.

También puede suceder que una persona reciba una descarga por inducción cuando esa persona se acerca demasiado a un campo magnético poderoso, generalmente debido a voltajes alternos de elevada magnitud.

### **2.2.1. Valores peligrosos de voltaje para la vida humana.**

Para determinar los valores peligrosos de voltaje para la vida humana se utilizará la llamada Ley de Ohm, la cual establece que la corriente en un circuito cualquiera será directamente proporcional al voltaje aplicado e inversamente proporcional a la resistencia. O en forma de ecuación, así:

$I = \frac{V}{R}$  En donde, I es la corriente medida en amperios, V el voltaje del circuito en voltios y R la resistencia del circuito en ohmios.

Retomando el punto en el que se dijo que durante un choque la persona forma parte del circuito, se dirá que cuando se recibe un choque eléctrico la resistencia en la ecuación de la Ley de Ohm deberá ser, para efectos del cálculo, la resistencia eléctrica del cuerpo de la persona; como valor del voltaje se usará el voltaje con el cual se recibió la descarga y el resultado será la corriente que está pasando a través de la persona que recibe la descarga.

La resistencia eléctrica de una persona varía de persona a persona y depende principalmente del grosor de la piel. Si la piel está seca, el valor de la resistencia de una persona puede variar entre 100,000 a 600,000 ohmios. Si la piel está húmeda la resistencia baja radicalmente y se aproximará fácilmente a 1,000 ohmios. Pero si se trabaja en superficies húmedas, o si se tiene una rotura en la piel el valor de resistencia eléctrica de una persona puede bajar más, a unos cuantos cientos de ohmios.

En nuestro medio, el voltaje comúnmente utilizado en residencias es de 120V. Si se toma en cuenta este valor y si se toma en cuenta que una piel normal puede tener un valor de 1,000 ohmios cuando se encuentra húmeda, se obtiene el siguiente valor de corriente usando la ley de Ohm:

$$I = \frac{120v}{1000\Omega} = 0.12A \text{ ó } 120mA$$

Si se toma en cuenta el mismo voltaje pero ahora suponiendo que la piel está completamente seca, pudiendo tener un valor de resistencia igual a 100,000 ohmios, se tiene:

$$I = \frac{120v}{100,000\Omega} = 0.0012A \text{ ó } 1.2mA$$

No se tienen valores exactos de los daños que puede ocasionar un valor de corriente dado, sin embargo se tomará de referencia la siguiente figura 1 que tiene algunas aproximaciones<sup>5</sup>:

De lo anterior se desprende que, para un mismo valor de voltaje, los resultados de recibir una descarga eléctrica varían mucho dependiendo de la resistencia que nuestro cuerpo ofrezca al paso de la corriente. Si la piel está completamente seca se podría percibir solo el paso de la corriente (1.2 miliamperios) y recibir un buen susto. Pero, si la piel está húmeda, una descarga eléctrica en el hogar (120miliamperios) puede ser fatal por presentarse parálisis de la respiración.

De lo anterior se desprende que incluso un valor común y corriente de voltaje, 120V, puede ser peligroso. Por lo que la electricidad debe tratarse con sumo respeto.

En algunas empresas se utilizan valores más pequeños de voltaje, que los 120V residenciales, en ambientes húmedos para prevenir descargas mortales. En algunas de ellas se utilizan equipos de control que funcionan

---

<sup>5</sup> A partir de Controlling Electrical Hazards, publicación OSHA 3075, 1986. Tomado de Maynard Manual del Ingeniero Industrial, tomo I.

con 12V reduciendo así en un factor de 10 los valores de corrientes antes encontrados.

Figura 1 Valores de corriente peligrosos para el ser humano.

1 miliamperio	Nivel de percepción. Sólo un estremecimiento tenue.
5 miliamperios	Se sintió una descarga ligera; no dolorosa pero molesta. El individuo promedio se puede desprender de ella. Sin embargo, las reacciones fuertes involuntarias a las descargas de este rango pueden producir lesiones
6-25 miliamperios (mujeres) 9-30 miliamperios (hombres)	Descarga dolorosa, se perdió el control muscular. A eso se le llama corriente congelada o rango “suéltalo”
50-150 miliamperios	Dolor extremo, paro respiratorio, contracciones musculares serias. El individuo no se puede soltar. Es posible que ocurra la muerte. Si los músculos extensores se excitan por la descarga, el circuito puede lanzar a la persona.
1-4.3 amperios	Fibrilación ventricular (cesa la acción rítmica de bombeo en el corazón). Sucede una contracción muscular y un daño en el nervio. Lo más probable es que ocurra la muerte.
Más de 10 miliamperios	Paro cardíaco, quemaduras graves y muerte probable.

### **2.2.2. Formas de prevenir los riesgos eléctricos en las mediciones de energía eléctrica.**

En general, dependiendo de si se corre el riesgo de tener un contacto directo o indirecto, se tomarán ciertas medidas precautorias. Unidas a ellas, existe otro riesgo con la electricidad no directamente relacionado con una descarga eléctrica sino con la puesta en marcha accidental del equipo mientras se está efectuando alguna tarea de mantenimiento poniendo en riesgo al personal encargado de dicha tarea.

Los contactos directos pueden prevenirse alejando las partes activas de la instalación, interponiendo obstáculos o recubriendo las partes activas de la instalación.

Con el alejamiento de las partes activas se intenta que las partes activas (electrizadas) de la instalación estén a una distancia tal que haga imposible un contacto casual del personal con estas partes activas. En ocasiones lo mejor, por cuestión de espacio y circulación de personal, es obstaculizar el acceso del personal a las partes activas; para ello se utilizan rejillas, cajas o bóvedas entre otros.

El recubrimiento de las partes activas consiste en proporcionarles un aislamiento lo suficientemente adecuado, según el voltaje que utilicen. Ese recubrimiento aislante debe conservar sus propiedades aislantes con respecto al tiempo y debe ser reemplazado al final de su vida útil.

Los contactos indirectos se pueden evitar con la puesta a tierra de las partes metálicas (no energizadas) de las máquinas, con la utilización de voltajes bajos o con el llamado doble aislamiento.

La puesta a tierra de las partes metálicas se logra conectando las partes metálicas, por medio de un cable, a una tierra física. Esta tierra física puede ser individual, por ejemplo una varilla de tierra para solo una máquina o puede ser grupal, al usar un enchufe polarizado en donde se proporciona una terminal para tal efecto.

Los voltajes bajos también pueden ser utilizados, de 12 ó 24 voltios, para reducir el riesgo de una descarga indirecta ya que al ser de poca magnitud el aislamiento eléctrico funcionará de mejor manera.

El llamado doble aislamiento se puede ver en los electrodomésticos. Con el fin de proporcionar seguridad extra, estos artefactos están hechos de material aislante justo en las partes donde los usuarios hacen contacto manual con ellos.

Otro peligro que entraña la electricidad se presenta cuando se está dando mantenimiento a equipo. Cuando se efectúa un trabajo de mantenimiento es necesario que se apague la máquina en cuestión. Una persona que no esté enterada puede echar a andar la máquina o energizarla poniendo en peligro la vida de quien esté trabajando en el mantenimiento ya que lo expone a contactos eléctricos y a golpes de considerable magnitud dados por la máquina en cuestión. Para prevenir eso se utilizan candados en los equipos de desconexión y se utilizan etiquetas indicadoras apercibiendo de no echar a andar la maquinaria.

Para el personal que trabaja con mediciones de energía eléctrica el mayor riesgo que se corre es el de un contacto directo. Esto se debe a que dicho personal estará trabajando directamente con partes energizadas. La

desenergización del sistema, en algunos de los casos, trae pérdidas de producción por el tiempo que está detenida la maquinaria y en otros casos la desenergización individual no es posible, debido a que no se trata de un servicio exclusivo y por ello también se podría desenergizar el servicio de algún otro usuario ajeno al trabajo que habrá que realizarse.

Para este tipo de personal es importante, ya que el riesgo siempre existe en su trabajo, el uso del equipo de protección adecuado al voltaje que vaya a estar trabajando. Será también importante el uso de precintos de seguridad y una adecuada señalización.

Los voltajes con los cuales se trabaja directamente en las mediciones de energía eléctrica, para una empresa distribuidora de energía de nuestro medio, varían desde 120V hasta 69kV (69,000 voltios). Según esto resulta obvio que de existir algún contacto con estos voltajes el resultado podría ser mortal.

#### **2.2.2.1. Señalización.**

Desde el punto de vista de la seguridad es muy importante que las mediciones de energía eléctrica sean manipuladas solamente por personal preparado y autorizado para tal tarea. De este modo se reduce la posibilidad de que el equipo haya sido alterado en sus propiedades eléctricas y mecánicas.

Con tal fin se puede colocar etiquetas externas donde se aloje la medición eléctrica. De esta manera se informará, a quien no lo sepa, de la importancia de no alterar el equipo de medición ya que esto constituye una violación a los procedimientos de seguridad de la compañía distribuidora. Se

podrá hacer también mención en las etiquetas del riesgo de recibir una descarga eléctrica.

### **2.2.2.2. Precintos de seguridad.**

Como medida complementaria se tiene el uso de los precintos de seguridad o llamados comúnmente como “marchamos”. Los precintos no son más que dispositivos que se colocan en los accesos a las mediciones. Generalmente se colocan en la caja donde se coloca el medidor.

Los precintos de seguridad están fabricados de tal forma que, si son violados, se deformarán permanentemente y esta deformación será apreciable a la vista. Si un precinto ha sido violado se deberá proceder con suma cautela con la medición.

La importancia de los precintos estriba en que las etiquetas por si mismas no aseguran si personal no autorizado ha tenido acceso o no a la medición. Solamente los precintos pueden dar indicadores que apunten a ello.

### **2.2.3. Los accidentes eléctricos.**

Los accidentes eléctricos por excelencia son las descargas eléctricas. La severidad de las lesiones producidas por este tipo de accidentes depende de tres factores principales:

- La magnitud de corriente que pasa por el cuerpo.
- La trayectoria que toma la corriente dentro del cuerpo.

- El tiempo que haya estado circulando la corriente por el cuerpo.

La magnitud de la corriente que circula por el cuerpo de un accidentado ya se vio que depende del voltaje con que se dio la descarga y de la resistencia de la persona que recibió la descarga y se vio que valores superiores a 100 miliamperios son fatales.

La trayectoria de la corriente también es importante puesto que si la corriente pasa por órganos vitales las consecuencias serán aún peores. Particularmente, si la corriente pasa por el corazón o los pulmones los puede paralizar con la consiguiente muerte para el accidentado. Por tal razón, las descargas en donde la corriente va de mano a mano o de la cabeza a las manos son los peores.

Otro detalle a considerar es el tiempo que una persona esté siendo atravesada por la corriente eléctrica. De él depende la severidad de las quemaduras, si se presentan y también depende de él la aparición de la llamada fibrilación ventricular.

La fibrilación ventricular hace referencia a la parte del corazón llamada ventrículos y se refiere a contracciones anárquicas, sin ritmo y de distinta magnitud, del músculo cardíaco. La aparición de la fibrilación ventricular puede darse incluso con magnitudes de corriente relativamente bajas. A continuación algunas aproximaciones que lo hacen ejemplificable<sup>6</sup>:

---

<sup>6</sup> Tabla formada a partir de datos ubicados en <http://personal.redestb.es/jorgecd/seriesg.html>

Figura 2 Fibrilación ventricular

<b>CORRIENTE (mA)</b>	<b>TIEMPO (seg)</b>
15	120
20	60
30	35
100	3
500	0.1
1000	0.03

La normativa española UNE 20.572 (Efectos de la corriente eléctrica al pasar por el cuerpo) incluye curvas de intensidad de contacto (corriente) contra tiempo de contacto, establecidas para una corriente alterna de 50 o 60 hertz, para personas adultas de más de 50kg, bajo el supuesto que la corriente pasa por las extremidades (tomando como trayectoria el camino que va de una hacia la otra extremidad). En dichas curvas se distingue 5 zonas:

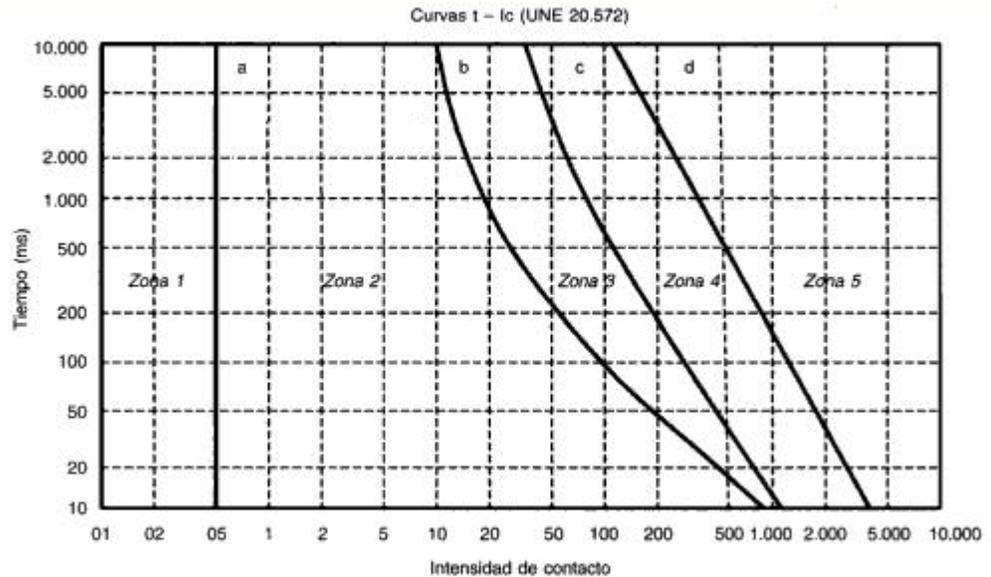
- Zona 1: Sin reacción habitual
- Zona 2: Sin ningún efecto fisiopatológico peligroso habitual.
- Zona 3: Sin riesgo de fibrilación habitual.
- Zona 4: Probabilidad de hasta un 50% de que ocurra una fibrilación.
- Zona 5: Probabilidad superior al 50% de que ocurra una fibrilación.

A continuación se observan dichas curvas<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> A partir de norma UNE 20.572. Tomada de Gil Hernández, Fernando; Tratado de medicina del trabajo

Figura 3 Efectos fisiológicos en curvas corriente-tiempo



### 2.2.3.1. Accidentes más comunes y su contención.

El accidente más común al que se está expuesto mientras se trabaja con electricidad son las descargas eléctricas. Aunque también es probable que se sufra una caída como fruto de haberse recibido una descarga y haber reaccionado violentamente para evitar seguir en contacto.

Es importante saber que hacer para limitar las consecuencias de una descarga eléctrica y saber que hacer y que no. Para empezar, si se hace necesario efectuar un rescate de emergencia se deberá proceder así:

- Averigüe si la persona que se va a ayudar está en contacto con algún circuito prendido y apáguelo antes de acercarse a la víctima.
- Si usted no está seguro de que la víctima está alejada de cualquier fuente de energía, asuma que usted recibirá una descarga también si la toca.
- Si a usted le toca romper el contacto eléctrico de la persona con la parte energizada, por no poderse apagar el circuito o tardarse mucho, use algo

no conductor como una silla seca de madera, una tabla, una pieza plástica o una cuerda que no esté húmeda. Esta tarea debe de hacerla con firmeza y prontamente tomando en cuenta que los músculos del accidentado están tensos de tal manera que hacen muy difícil su separación del circuito.

### **2.2.3.2. Primeros auxilios.**

Los primeros auxilios son el conjunto de actuaciones y técnicas que permiten la atención inmediata de un accidentado, de ellos depende en gran medida el estado y evolución de las lesiones derivadas de un accidente. Deben de proporcionarse de la mejor manera y lo más rápido como sea posible.

Posteriormente se verá que debe hacerse en las lesiones más comunes derivadas de una descarga eléctrica, como lo son, las quemaduras, las electrocuciones y las caídas. Sin embargo acá hace falta hacer un alto para conocer el procedimiento llamado como reanimación cardiopulmonar. Este procedimiento se utiliza cuando una víctima ha dejado de respirar y su corazón ha dejado de latir.

En la técnica boca a boca de respiración artificial primero se debe despejar la vía aérea y cerrar las fosas nasales del accidentado. A continuación habrá que insuflar aire a la boca del paciente con la boca propia cuidando de sellar completamente para que no se escape el aire. Habrá que iniciar a insuflar inicialmente con dos respiraciones lentas y profundas. Habrá que continuar insuflando, hasta que el accidentado lo haga por si solo, una vez cada 5 segundos y debe tardar de uno y medio a dos segundos, es

decir, se debe insuflar 12 veces por minuto. Cuando se insufla se deberá estar seguro que la cavidad torácica se ensancha.

#### **2.2.3.2.1. Qué hacer en caso de quemadura.**

Una quemadura es una lesión en los tejidos del cuerpo producida por alguna fuente de calor o por algunas sustancias químicas llamadas cáusticas, tal como la llamada soda cáustica. Dentro de las fuentes de calor que pueden producir quemaduras se tiene sólidos, líquidos o gases a alta temperatura que al entrar en contacto con la piel producen lesiones.

Existe también la posibilidad que una quemadura se produzca por radiación, este tipo de quemaduras es el que se presenta sin que haya un contacto directo entre la piel y la fuente de calor, como ejemplo de ello se tiene las quemaduras del sol. Este tipo de quemaduras también pueden presentarse debido a un arco eléctrico.

Un arco eléctrico, también llamado arco voltaico, es un tipo de descarga eléctrica que produce luz y calor intensos. El arco voltaico más común y que todo el mundo ha visto, es el rayo. También se tienen arcos voltaicos en las máquinas de soldadura eléctrica, que lo utiliza como principio de funcionamiento o también en los interruptores de nuestras casas, siendo estos últimos considerablemente menores. Se puede decir que un arco voltaico es una corriente de electrones “saltando” desde un punto a otro debido a que entre esos puntos existe una elevada diferencia de potencial o voltaje.

También puede producirse cuando, en un circuito por el cual circula una alta corriente, se produce una ruptura abrupta del circuito; en esos

casos, los puntos de apertura del circuito son los puntos donde se inicia el arco y en el medio de ellos es donde se puede apreciar el arco eléctrico. Cuando lo anterior sucede, los puntos donde se da la ruptura presentan algún grado de derretimiento dependiendo del material del cual estén hechos.

Como un ejemplo de la temperatura que se puede alcanzar con un arco eléctrico se tiene algunos hornos que funcionan utilizando el arco para derretir los materiales que se introducen en su interior. En estos hornos se puede alcanzar fácilmente la temperatura de 2,800 °C (dos mil ochocientos grados Celcius), suficientemente caliente como para derretir cualquier metal y provocar serias quemaduras.

Muchas de las quemaduras que presenta el personal que trabaja con electricidad responden a las quemaduras por radiación producidas por arcos eléctricos. Hay que hacer ver que el personal que trabaja con electricidad no solo está expuesto a descargas eléctricas sino también está expuesto a quemaduras por radiación. Además, aunque se tratará más a fondo posteriormente, durante una electrocución, los puntos en donde entra y sale la corriente eléctrica son generalmente puntos en los que se presentan quemaduras.

Existen distintos tipos de quemaduras atendiendo a la profundidad con que se presentan, estas pueden ser:

- De primer grado: Cuando existe un enrojecimiento de la piel, ardor y dolor en la parte afectada así como también hinchazón.

- De segundo grado: Cuando en el lugar afectado aparecen ampollas, fuerte dolor, hinchazón y piel muy enrojecida.
- De tercer grado: Se observa manchas grises (escaras) formadas por tejido muerto y un dolor más intenso que en los anteriores casos. Las escaras pueden ser negruzcas y secas cuando la quemadura es más profunda y entonces no duelen. Alrededor de las escaras se presentan zonas de quemaduras de primer y segundo grado.

La gravedad de una quemadura lo determina mayormente su extensión y no su profundidad. La extensión de una quemadura se mide generalmente en un porcentaje del cuerpo tomándose generalmente como referencia que la palma de la mano representa el uno por ciento de la totalidad de la piel corporal. Una quemadura de primer grado puede ser más grave que una lesión de tercer grado si la primera abarca la mayoría del cuerpo. Se sabe que, en una quemadura de primer grado, arriba del 15% es grave; en una quemadura de segundo grado, arriba del 10% será grave y en una quemadura de tercer grado, arriba del 5% será también grave.

Lo más importante de los primeros auxilios para un quemado es evitar el “shock”, evitar la contaminación de las zonas lesionadas y aliviar el dolor. Con estos fines, se debe hacer lo siguiente:

- Apagar el fuego si la persona todavía se encuentra ardiendo usando una cobija mojada o haciendo que la víctima ruede por el suelo.
- Prevenir o atenuar el “shock”.
- Enfriar el área quemada con agua fría, aplicar bolsas de hielo o agua helada. Se puede usar un chorro de agua fría sobre la quemadura por

varios minutos, aunque lo mejor es, sumergir el área afectada en agua fría. Esto puede contribuir también a disminuir el dolor.

- Cubrir las quemaduras con una gruesa capa de apósitos que impidan la entrada de aire, disminuir la posibilidad de contaminación y atenuar el dolor. Los apósitos son un vendaje estéril que puede hacerse agrupando gasas estériles. En algunas ocasiones, para disminuir el dolor, los apósitos se humedecen con agua estéril. Nunca utilice algodón.
- Cortar las ropas que cubren la zona quemada. Si la ropa se adhiere a la quemadura, cortarla con cuidado alrededor de la quemadura, con la salvedad que, si se trata de ropas de fibras artificiales, éstas hay que retirarlas por completo porque continúan en combustión lenta durante mucho tiempo.
- Si la víctima está consciente y la quemadura es extensa, se le deberá administrar agua en abundancia por la pérdida de líquidos.
- Llame inmediatamente a emergencias. Toda quemadura que cubra más del 10% requerirá hospitalización, así como también las de primer y segundo grado.
- Dar un cuidado especial a los ojos, si los párpados o los ojos están quemados, cubrir los párpados con apósitos abultados. Si se tiene a mano agua estéril, humedecer los apósitos antes de aplicarlos.
- Prestar atención especial a los dedos. No vendar un dedo con quemaduras de segundo o tercer grado sin antes insertar un apósito entre cada dedo y habrá que humedecer los apósitos antes de aplicarlos con agua estéril.
- Nunca aplique curas húmedas, pomadas, ungüentos, pasta de dientes, aceites u otros en las heridas.

El estado de shock o colapso es un estado de marcada depresión de las funciones del organismo y constituye una de las complicaciones más peligrosas y más frecuentes de un traumatismo grave. Es el resultado de la incapacidad del corazón de bombear una cantidad suficiente de sangre a la presión necesaria.

Para reconocerlo hay que estar atento a los siguientes síntomas: debilidad, respiración rápida y superficial, pulso cardiaco acelerado y débil, ojos sin brillo y pupila dilatada, cara pálida, disminución de la presión arterial y piel fría y húmeda.

Durante las primeras fases la persona puede estar consciente pero puede pasar a la segunda fase en la que la persona se desvanece y pierde el conocimiento. El estado de shock no se puede revertir.

Cuando una persona pueda entrar en estado de shock o está en estado de shock, se debe hacer lo siguiente:

- Aflojar las ropas de la persona.
- Elevar las extremidades inferiores.
- Acostarlos sin almohada y en posición cómoda.
- Abrigarlo.
- Protegerlo de la humedad del suelo.
- No moverlo a menos que sea necesario.
- Vigilar los signos vitales.
- Mantener las vías aéreas despejadas.
- Y si pierde el conocimiento, colocar a la persona boca abajo.

### **2.2.3.2.2. Qué hacer en caso de electrocución.**

Se llamará electrocución al accidente en el cual una persona recibe una descarga eléctrica, es decir, una corriente eléctrica pasa a través del cuerpo de una persona.

- Antes de iniciar los primeros auxilios con una persona electrocutada se debe interrumpir el paso de la corriente eléctrica que está pasando por el cuerpo de la persona accidentada.

Lo segundo que será revisar al accidentado para determinar sus lesiones, se deberá seguir de la manera siguiente:

- Determinar el estado de conciencia del accidentado. No será lo mismo atender a una persona que ha perdido la conciencia a una que la ha perdido.
- Si la persona está consciente habrá que prevenir el estado de shock siguiendo los pasos enunciados en el apartado donde se trató las quemaduras.
- Si la persona no está consciente habrá que determinar si sus funciones vitales están normales: respiración y pulso.
  - Si sus funciones vitales no están normales iniciar la reanimación cardio-pulmonar y luego,
  - Si sus funciones vitales están normales habrá que colocar a la víctima acostada, voltearle la cabeza a un lado para que al vomitar no se asfixie procurando dejar libres las vías respiratorias.

-

- Habrá que revisar el cuerpo de la persona para determinar la existencia o no de quemaduras.
- Si la persona se golpeó por efecto del choque eléctrico habrá que revisar también el cuerpo buscando posibles fracturas. Esto se tratará más a fondo en el apartado siguiente.
- Luego que el accidentado está lejos del alcance de la energía eléctrica habrá que procurar no movilizarlo.

#### **2.2.3.2.3. Qué hacer en caso de sufrir una caída.**

En una caída puede darse varias situaciones por lo que habrá de procederse como sigue:

- Revisar el estado de conciencia en que se encuentre el accidentado.
- Evitar el shock.
- Si está consciente consultarle acerca de donde siente dolor y revisar su cuerpo.
- Si no está consciente, verificar su respiración y pulso primero por si hubiera necesidad de reanimación cardiopulmonar y luego revisar su cuerpo por posibles lesiones.
- No moverlo a menos que sea necesario. Si sufrió una caída desde una altura elevada puede tener daño craneal, daño en la columna o en los órganos internos.
- Contener las hemorragias si hubieran.

### **2.2.3.3. Definición de equipo de protección**

Para un electricista que trabaje con voltajes peligrosos el uso del equipo de protección es de vital importancia. El equipo de protección en si no disminuye en si el riesgo pero si minimiza los efectos de un posible accidente.

Un equipo de protección para este tipo de actividad deberá contener como mínimo lo siguiente:

- Zapatos de seguridad con suelas y tacones aislantes.
- Escaleras de madera sólida o de fibra de vidrio.
- Casco protector no conductor.
- Ropa resistente y sin remaches de metal. Camisas de manga larga y de botones.
- Gafas o caretas protectoras.
- Guantes de cuero o caucho acordes al voltaje que se trabaje.

Además de lo anterior habrá que tener cuidado de lo siguiente:

- Quitarse todas las joyas, anillos y relojes con pulseras de metal.
- La ropa debe quedar cómoda.

Dentro de la normativa internacional se plasma la importancia del uso del equipo de protección personal, más aún, se especifica claramente que es obligación del patrono proveer de dicho equipo y se indica claramente la obligación de su uso por parte de todo trabajador.

Según la normativa OSHA 139.335 (Safeguards for personnel protection) los empleados que trabajan en áreas donde existe riesgo eléctrico deben ser provistos de equipo de protección para las partes específicas del cuerpo que estén expuestas según el trabajo a desarrollarse. Por otra parte, los empleados deben usar dicho equipo de protección. Para cumplir con lo anterior, basada en la normativa ASTM, la normativa OSHA 139.137(Electrical protective devices) indica los requerimientos de diseño, manufactura, uso y cuidados en servicio para dicho equipo.

Cabe también mencionar la normativa concerniente a la protección contra caídas, OSHA 1910.269(g)(2) (Fall protection) y la normativa concerniente al uso de escaleras, OSHA 1910.269(h)(3) (Conductive ladders).

En el viejo continente también se observa la importancia del uso del equipo de protección personal. Atendiendo a los riesgos eléctricos en España, según el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, en su anexo III indica el equipo necesario dependiendo del tipo de trabajo que se vaya a realizar. Asimismo indica la prohibición del uso de ropa que contenga partes metálicas y/o el uso de accesorios metálicos como relojes, pulseras, etc.

Por otra parte, el Real Decreto 773/197, de 30 de mayo, dispone que todo empresario esté obligado a determinar los puestos en los que deba recurrirse a la protección individual, elegir el equipo de protección individual de común acuerdo con los trabajadores, proporcionar gratuitamente dicho equipo, velar por su utilización y asegurar el mantenimiento del mismo.



### **3. PROCEDIMIENTOS PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS EN MEDICIONES DE ENERGÍA ELÉCTRICA.**

La situación actual en las empresas distribuidoras de energía es tal que no se cuenta con procedimientos normados para las actividades que desempeña el personal de campo que trabaja en mediciones eléctricas. Se observa la necesidad de prestarle atención a este tipo de trabajo por el tipo de riesgo que presenta.

Se aplican los mismos lineamientos que se aplican para el trabajo en alta tensión. Sin embargo, no se tienen lineamientos de seguridad para el trabajo que se hace en mediciones eléctricas. Si bien se trabaja con alta tensión en algún momento, también es cierto que se trabaja con baja tensión y, si el personal está acostumbrado a trabajar con alta tensión, tenderá a restarle importancia al riesgo que conlleva trabajar en baja tensión y se podría, por esa razón, producirse accidentes.

La coordinación del personal de campo debe estar profundamente comprometida con normalizar los procedimientos y debe demostrar ese compromiso frente a los trabajadores de campo.

#### **3.1. Actividades que desempeña el personal de campo que trabaja en mediciones eléctricas.**

Las actividades que desempeña el personal de campo que trabaja en mediciones eléctricas conllevarán siempre la manipulación de una medición

eléctrica. Existen otras actividades que se realiza el personal de campo de una empresa distribuidora en general, solamente se circunscribe a las actividades tendientes a conseguir una medición eléctrica exacta.

En el campo la manipulación de una medición puede deberse a cualquiera de las siguientes actividades:

- Montaje de equipo.
- Inspección de equipo.
- Cambio de equipo.

En el capítulo número uno se hizo referencia a los dos tipos de medición que pueden encontrarse, las mediciones autocontenidas y las mediciones con equipo auxiliar. En cada una de ellas puede llevarse a cabo cualquiera de las tres actividades antes mencionadas pero, dependiendo de si se trata de una medición autocontenida o una medición con equipo auxiliar, los pasos a seguir diferirán un poco aunque el fin es el mismo.

### **3.1.1. Montaje de equipo.**

Como montaje de equipo se entenderá todas aquellas acciones tendientes a colocar un nuevo equipo. Generalmente el montaje de un equipo nuevo se da cuando se prestará un servicio nuevo aunque también puede darse cuando se sustituye totalmente un equipo viejo para colocar uno nuevo.

Cuando se trata de mediciones autocontenidas, este montaje de equipo consiste, desde el conectar los cables de acometida hasta el coloque del medidor correspondiente. En otras palabras, los técnicos encargados del

montaje del equipo deberán conectar los cables, que servirán al nuevo servicio, desde la red de la empresa distribuidora hasta el medidor. El medidor, una vez colocado en su posición, servirá de enlace entre la red de la empresa distribuidora y la red particular del usuario.

Suponiendo que la acometida de la red del usuario cumple con las normas dispuestas por la empresa distribuidora de que se trate, los pasos a seguir para el montaje del equipo son los siguientes:

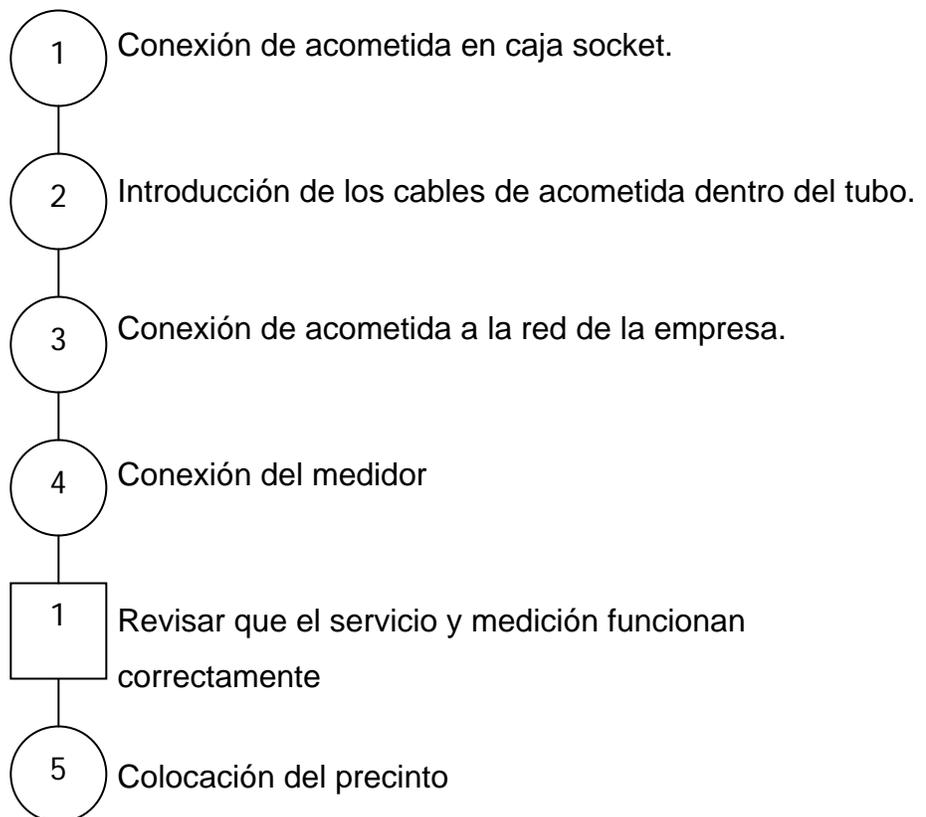
- Conexión de los cables de acometida en la caja socket: La caja donde se coloca el medidor generalmente se le llama caja socket. Dentro de la caja socket estarán las bases para conectar el medidor. Los cables de la red se conectan en la parte superior de las bases de la caja socket y los cables del usuario se conectan en la parte inferior. Esta última conexión correrá por cuenta del usuario y deberá estar efectuada antes de la conexión de los cables de acometida a caja socket.
- Introducción de los cables al tubo de acometida y aseguramiento mecánico del cable de acometida en el tubo de acometida: Con el fin de que la nueva acometida ofrezca seguridad mecánica y eléctrica, generalmente las empresas distribuidoras requieren que el cable de acometida de la red quede debidamente tenso para que no se produzca un contacto accidental con peatones y/o vehículos. Los cables dentro del tubo de acometida deben estar suficientemente holgados pero seguros en su posición.

- Conexión de los cables de la nueva acometida a la red de distribución: Esta conexión deberá hacerse utilizando conectores especialmente dispuestos para tal cometido. Deberá colocarse la protección eléctrica correspondiente a cada uno de esos conectores. La cantidad de cables a conectar a la red dependerá del voltaje en que se servirá al nuevo servicio. El nuevo servicio puede ser monofásico o trifásico y puede servirse en 120, 208, 240, 416 o 480 voltios dependiendo de la configuración de que se trate.
- Conexión del medidor: La conexión del medidor o colocación del medidor en la caja socket debe hacerse mientras el usuario tiene abajo su dispositivo de desconexión, generalmente llamado flipón o “palanca”, para que no se produzcan arcos eléctricos.
- Revisión de la instalación y la medición: Al terminar la acción anterior es conveniente revisar que la instalación y la medición funcionan correctamente. Habrá que informar al usuario para que suba el flipón y conecte alguno de sus aparatos y cuando lo haga, se debe verificar que el medidor entra en funcionamiento. Si falla algo, se deberá revisar los componentes de la instalación a fin de encontrar la falla.
- Colocación del precinto: El precinto de seguridad o “marchamo” es lo último que se coloca. Dependiendo del tipo de caja socket que se utilice, éste deberá colocarse en la tapadera de dicha caja o deberá colocarse en un aro especialmente diseñado para tal fin.

El siguiente esquema aclarará de mejor manera los pasos a seguir para el montaje de un nuevo equipo autocontenido y la secuencia en que deben realizarse.

Cuando se trata del montaje de una medición con equipo de medición auxiliar la situación es un poco más riesgosa por los voltajes en que se trabaja, estos voltajes pueden ser, para una empresa distribuidora de energía eléctrica, de hasta 69 kilovoltios.

Figura 4 Montaje de medición autocontenida



Suponiendo que la acometida de la red del usuario cumple con las normas dispuestas por la empresa distribuidora de que se trate, los pasos a seguir para el montaje del equipo de medición y el medidor serán los siguientes:

- Disposición física del equipo de medición: Se entenderá como tal a todas aquellas acciones tendientes a colocar el equipo de medición en una posición física tal que sea fácilmente realizable su instalación, lectura y sus revisiones posteriores.
- Conexión eléctrica del equipo de medición: El equipo de medición deberá conectarse entre sí, a excepción del medidor, de manera tal que esté listo para tomar la “muestra” de energía que necesita para funcionar. Aquí se deberá también incluir la colocación de los precintos para el equipo de medición, excepto el precinto de la caja socket.
- Colocación del crucero y corta-circuito: Es quizá la acción más riesgosa puesto que conlleva trabajar directamente en las líneas de tensión, la conexión de ellas al corta-circuito, cuyo voltaje generalmente es de unos trece mil voltios.
- Conexión de los cables del usuario al corta-circuito y equipo de medición: Se trata de que los cables del usuario sean conectados correctamente al corta-circuito de manera tal que el equipo de medición pueda tomar una “muestra” de la

energía que se está suministrando y así poder ser medida ésta.

- Montaje del equipo de medición: El equipo de medición deberá colocarse en donde quedará definitivamente. Tanto los transformadores instrumento como la caja socket en donde se colocará el medidor. Una vez terminado se procederá a conectar la base de la caja socket al equipo de medición
- Conexión de los cables de la empresa distribuidora: La conexión de los cables de la empresa distribuidora a la acometida del usuario se hará en el corta-circuito.
- Conexión de los porta-fusibles: Será uno de los pasos donde también existirá mucho riesgo. Será necesario tomar todas las precauciones necesarias procurando reducir la posibilidad de arco eléctrico. Será necesario que el flipón general del usuario esté en posición baja, es decir, que mantenga abierto el circuito hasta que se termine con este paso.
- Instalación del medidor: Dentro de la disposición física del equipo de medición se habrá colocado convenientemente una caja socket adecuada para la colocación del medidor. Esta caja socket es distinta a la utilizada en las mediciones autocontenidas.
- Verificación de funcionamiento: Una vez colocado el medidor se deberá revisar el correcto funcionamiento de la medición y

del medidor. Se deberá pedir al usuario subir el flipón general y verificar que el medidor registre el consumo.

- Instalación de los precintos de seguridad: Será el último paso y se hará luego de verificar que el equipo de medición, acometida y medidor de energía eléctrica funcionan correctamente. Al igual que en las mediciones autocontenidas, será necesario colocar precinto a la caja socket donde se coloque el medidor, pero además, será necesario colocar precinto al equipo de medición.

Habrá que hacer una diferenciación en este punto puesto que se puede hablar de dos tipos de medición con equipo de medición auxiliar. La primera de ellas es la medición primaria y la segunda es la medición secundaria. Lo que distingue a una de la otra es el lugar en donde se coloca el equipo de medición, del lado primario o del lado secundario de los transformadores de distribución.

En una medición primaria el equipo de medición se coloca antes de los transformadores de distribución (los transformadores son propiedad del usuario) y en la medición secundaria la medición se coloca después de los transformadores de distribución (los transformadores son propiedad de la empresa distribuidora).

Para el montaje de una medición primaria, el diagrama será el siguiente:

Figura 5 Montaje de medición primaria

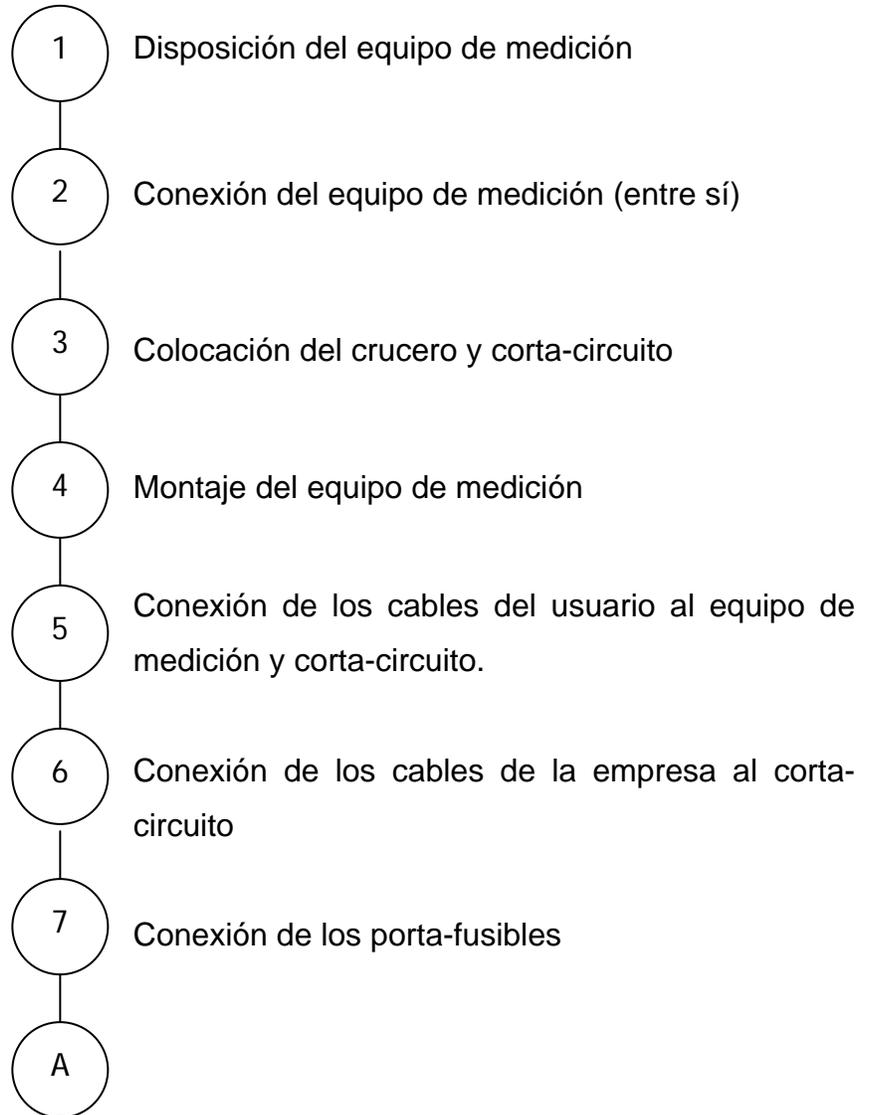
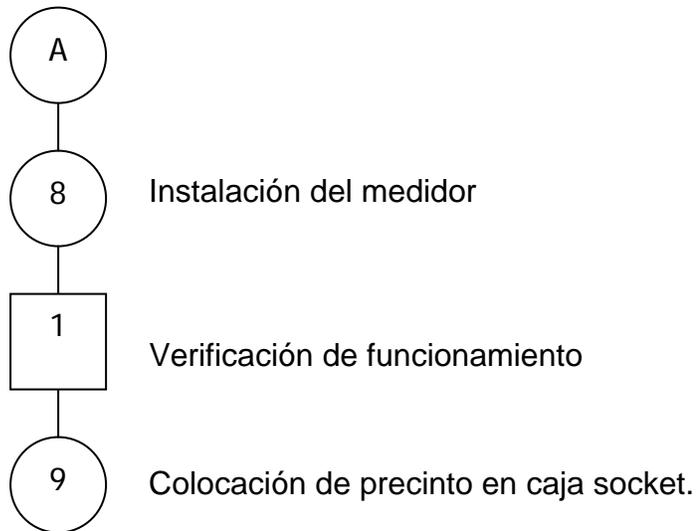


Figura 5 Montaje de medición primaria (continuación)



En una medición secundaria se tendrá algunas diferencias respecto a los pasos que antes se consideraban, éstas serán:

- El equipo de medición constará solamente de transformadores de corriente y su colocación correrá por parte del usuario, respetando la normativa de la compañía distribuidora.
- La conexión de los cables del usuario se hará en el lado secundario del transformador de distribución y los cables de la empresa se conectarán al corta-circuito y luego al lado primario del transformador de distribución.
- El montaje de la caja que contendrá el equipo de medición correrá por parte del usuario (disposición física del equipo de medición y montaje del equipo de medición).
- Los precintos de la caja de los transformadores instrumento se colocarán al final junto con el precinto de la caja socket.

El diagrama para montaje de mediciones secundarias será así:

Figura 6 Montaje de medición secundaria

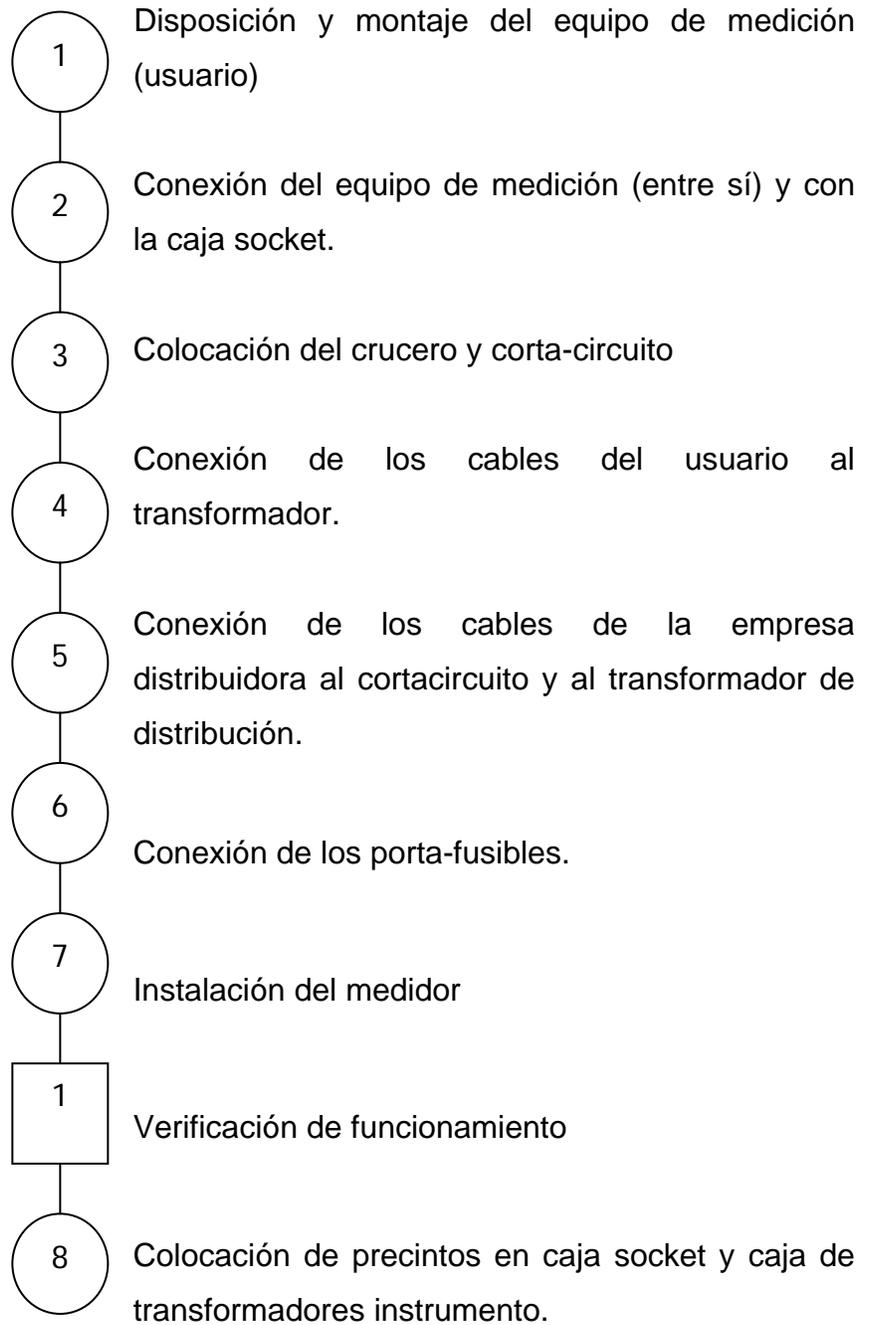


Figura 7 Fotografía de una medición primaria (nótese que no hay transformadores de la empresa distribuidora)



Figura 8 Fotografía de una medición secundaria



### **3.1.2. Inspección de equipo.**

Como inspección de equipo se entenderá todas aquellas acciones tendientes a comprobar el funcionamiento y estado del equipo de medición. Generalmente es necesario llevar a cabo tal acción cuando se sospecha que un equipo de medición no está funcionando correctamente. Este mal funcionamiento puede deberse a descargas atmosféricas o hasta mano criminal.

Cuando se trate de mediciones autocontenidas, esta inspección consistirá en la revisión del estado del medidor. Sin embargo, para una medición con equipo de medición auxiliar, se tratará, además de lo anterior, de revisar el estado del equipo auxiliar de medición, es decir, los transformadores instrumento.

Para una medición autocontenida se iniciará con una verificación visual del medidor. Puede que el medidor se encuentre dañado físicamente o quemado.

Puede también que no sea suficiente una verificación visual del medidor, así que en este caso será necesario verificar las conexiones existentes dentro de la caja socket. Con tal cometido habrá que principiar por retirar el precinto existente. Si dicho precinto se encuentra en malas condiciones habrá que proceder con suma cautela debido a que interiormente puede haber una situación riesgosa por la posible manipulación de personas ajenas a la empresa distribuidora, por la acción de la naturaleza que haya corroído piezas metálicas o por resultado de algún accidente. Por último, si todo se encuentra en orden, habrá que colocar un nuevo precinto en la caja socket.

Para una medición con equipo auxiliar, además de lo anterior, también se deberá de proceder de la misma manera con el equipo auxiliar, es decir, los transformadores instrumento deben inspeccionarse también visualmente, pero además habrá que hacer una toma de cargas del lado primario y secundario de dichos transformadores para verificar que la relación de transformación permanece sin alteraciones. Si la inspección visual es satisfactoria, y la relación de transformación permanece sin alteraciones, se procede al retiro de los precintos correspondientes y a realizar una revisión más a fondo del funcionamiento de los mismos. Por último, nuevamente, habrá que colocar nuevo juego de precintos si todo se encuentra en orden.

### **3.1.3. Cambio de equipo.**

Como cambio de equipo se entenderá a las acciones tendientes a efectuar el cambio del medidor. En mediciones autocontenidas no hay más equipo que el medidor mismo, en cambio, en las mediciones con equipo auxiliar si lo hay. Sin embargo, cuando se detecta que es necesario el cambio de alguno de los componentes del equipo de medición auxiliar, lo mejor es cambiar todo el equipo para procurar la continuidad del servicio y hacerle pruebas minuciosas al resto del equipo. En este caso se tendría que colocar un nuevo equipo y se procedería como lo se vio en un punto anterior.

El cambio del medidor se puede deber a muchas razones, entre ellas se mencionan:

- Que la cubierta del medidor, plástica o de vidrio, se encuentre quebrada, haciendo posible el deterioro rápido de sus partes internas.

- Que la cubierta del medidor, plástica o de vidrio, se encuentre sucia, impidiendo la correcta lectura del mismo.
- Que el medidor se encuentre en malas condiciones, quemado por ejemplo, trayendo como consecuencia el no registro de la energía consumida.

Para proceder con el cambio de medidor, independientemente de si se trata de un cambio de medidor autocontenido o con equipo auxiliar, se iniciará con el retiro del precinto que tenga la caja socket, después con el retiro del medidor que se tenga en el lugar, luego se colocará el nuevo medidor y para terminar, se colocará un nuevo precinto en la caja socket.

Como procedimiento para reducir el riesgo eléctrico en mediciones autocontenidas, siempre que se trate del cambio de medidores que registren demanda, antes de proceder con el cambio del medidor se deberá bajar el flipón general para evitar arcos eléctricos.

En mediciones con equipo auxiliar no será necesario lo anterior debido a que, debido a que el equipo de medición reduce el voltaje que se encuentra en la caja socket, los valores no son lo suficientemente altos como para que se presente un arco eléctrico de magnitudes significativas. Sin embargo, si es posible que se presenten pequeños arcos, así que se deberá proceder de manera rápida al retiro y colocación del nuevo medidor.

En mediciones con equipo auxiliar también, puede ser que lo que se hará será un cambio de equipo de medición y no cambio del medidor. En cuyo caso se procederá de la misma manera que si se instalara un servicio

nuevo, con la diferencia de que, será necesario el retiro del equipo que anteriormente se había colocado. Si el nuevo equipo se coloca en el mismo poste, se procederá primeramente con el retiro de la medición anterior. Si se colocará en un poste distinto, el retiro de la medición anterior será lo último que se haga para garantizar la menor cantidad de tiempo de interrupción del servicio.

### **3.2. Elementos que deben formar parte del equipo de protección personal del equipo de campo que trabaja mediciones en una empresa de distribución de energía eléctrica.**

Hasta acá, se ha visto las actividades que desarrolla el personal de campo que trabaja en mediciones eléctricas. Como se supone, cada una de ellas llevará consigo un riesgo inherente que es necesario prevenir. Desgraciadamente, no se puede hablar de la erradicación total de los riesgos eléctricos en los trabajos antes mencionados, esto, porque son riesgos inherentes. Se recordará que se estará manejando voltajes que en muchas ocasiones superan los 120V, que como se vió antes, ya es un valor peligroso para la vida.

De esta forma, el uso del equipo de protección será de vital importancia y la observancia de ciertos lineamientos generales, también lo serán. El tipo de equipo de medición requerido dependerá del voltaje que se esté trabajando y de la actividad que se esté desempeñando.

Aunque el correcto uso de todo el equipo de protección es importante, hay equipo que tiene vital importancia, por ello, a ese equipo que es de vital importancia se denominará como de prioridad uno, el resto será de prioridad dos.

### 3.2.1. En mediciones autocontenidas.

- **Guantes:** Los guantes constituyen un artículo de seguridad importante cuando se trabaja con electricidad. Si bien es cierto que en mediciones autocontenidas no se trabaja con voltajes que excedan los 480V, es necesario el uso de guantes que prevengan de cualquier contacto accidental y protejan de algún arco eléctrico que potencialmente puede presentarse. El uso de los guantes es de prioridad uno.

Cuando se trabaja con guantes de protección para electricidad se distinguen 3 tipos, siendo el principal el guante de goma. El guante de cuero y el guante transpirador sirven a su vez para proteger y para hacer más fácil el uso del guante de goma.

Los guantes de goma deben de ser dieléctrica y físicamente resistentes, incorporando a la vez flexibilidad para darle facilidad de maniobra a quien lo usa. El uso de los guantes en condiciones de calor produce sudoración en las manos. Para hacer más comfortable el uso de los guantes de goma se utilizan guantes transpiradores. Estos guantes generalmente son hechos en algodón y el usuario se los coloca debajo de los guantes de goma para reducir la sudoración de las manos. Además, los guantes de goma, cuando son utilizados sin protección, pueden sufrir algún tipo de rasgadura o punzada trayendo como consecuencia una disminución de la protección que ofrecen. Entonces, para que los guantes de goma no se deterioren con facilidad y no pierdan sus características protectoras se debe de colocar sobre ellos otro guante, un

guante protector. El guante protector generalmente está hecho de cuero y provee la protección mecánica que el guante de goma necesita. Este guante protector debe de utilizarse siempre en conjunto con el guante de goma.

La Sociedad Norteamericana de Materiales y Pruebas, ASTM por sus siglas en inglés, establece normas que afectan las características de los guantes de goma, norma D 120. También establece normas que afectan las características de los guantes de cuero, llamados allí como protectores de cuero, norma F 696.

De acuerdo a esa normativa, los guantes que deberá emplear el personal que trabaja en equipos de medición autocontenida deberá ser clase 00.

Figura 9 Clasificación de equipo protector de goma, según la ASTM<sup>8</sup>

Clase de equipo	Voltaje nominal máximo de uso (en voltios)	Voltaje nominal de prueba en corriente alterna (en voltios)	Voltaje nominal de prueba en corriente directa (en voltios)
00	500	2,500	10,000
0	1,000	5,000	20,000
1	7,500	10,000	40,000
2	17,000	20,000	50,000
3	26,500	30,000	60,000
4	36,000	40,000	70,000

<sup>8</sup> Clasificación de equipo protector de goma, según la ASTM. Tomado de Cadick, John Electrical Safety Handbook

Figura 10 Fotografías de guantes, (a) Guante transpirador de lana, (b) Guante protector de cuero, (c) Guante de goma, (d) Los tres guantes en conjunto



(a)



(b)



(c)



(d)

- **Casco:** El casco deberá cumplir con dos requisitos principales, tener suficiente dureza para proteger contra golpes y deberá ser de material aislante. Si bien el personal que se designe para trabajar en mediciones autocontenidas no trabajará directamente sobre las líneas de alta tensión, éstas pueden estar presentes, en un mismo poste desde el cual se conecte un servicio. Al contar con el casco se evitará

contactos accidentales de la cabeza del técnico con partes vivas, de alta o baja tensión, y se reducirá la posibilidad de que en una atmósfera altamente ionizada se establezca un arco eléctrico que tome de punto de entrada la cabeza del técnico. Mientras se trabaja en el poste de la red de distribución, el uso del casco es de prioridad uno.

La Sociedad Norteamericana de Materiales y Pruebas, ASTM por sus siglas en inglés, establece normas que afectan las características de los cascos, norma Z 89.1, clasificándolos básicamente en 3 clases:

- Clase G: Hechos para reducir la fuerza de la caída de objetos y para reducir peligro de contacto con conductores de bajo voltaje. Son probados por el fabricante a 2,2000 voltios alternos medidos entre fase y tierra. Antes de 1,998 la clase G era conocida como clase A.
- Clase E: También son hechos para reducir la fuerza de la caída de objetos pero se fabrican para reducir el peligro de contacto con conductores de alto voltaje. Son probados por el fabricante a 20,000 voltios alternos medidos entre fase a tierra. Antes de 1,998 la clase E era conocida como clase B.
- Clase C: Hechos solamente para reducir la fuerza de la caída de objetos. No ofrecen ninguna protección eléctrica.

Según la anterior clasificación el personal que trabaja con mediciones autocontenidas deberá utilizar casco clase E o clase G dependiendo las características de la red de distribución que se tenga. Si en los postes de distribución se tiene solamente bajo voltaje, habrá que usarse casco clase G, si por el contrario se tiene en un mismo poste alto y bajo voltaje, habrá que utilizar casco clase E.

Figura 11 Fotografía de casco, (a) vista exterior y (b) vista interior



(a)



(b)

- **Escaleras:** Las escaleras que se han de usar deben que ser de material aislante para evitar un contacto accidental hacia tierra. Al tener una escalera aislante se hace que la resistencia existente entre los pies del técnico y la tierra sea mucho más grande que si no se utilizara tal escalera. Se podrá utilizar escaleras de madera o bien de fibra de vidrio. Las primeras son baratas pero presentan el inconveniente que son muy pesadas. Las segundas son más convenientes cuando se necesita una escalera grande ya que son livianas aunque su costo es superior al de una escalera de madera. Las escaleras de longitud mayor, utilizadas para colocar en los

postes, debe contar con una correa o lazo sujetador para evitar su caída cuando se esté utilizando. De no utilizarse una escalera adecuada pueden darse caídas. El uso de las escaleras será de prioridad dos.

Figura 12 Escalera de fibra de vidrio con correa



Figura 13 Detalles de sujeción de la correa, (a) parte inferior, (b) polea superior y (c) nudo para asegurar la escalera a la altura deseada.



(a)



(b)



(c)

- **Cincho:** Es necesario el uso de cincho de seguridad cuando se trabaja sobre una escalera que se haya colocado en un poste. De manera tal que si se produce un resbalón no se produzca una caída con consecuencias lamentables. Una

parte del cincho se asegura en la cintura del trabajador y la otra parte sirve para asirse al poste y “echarse para atrás” con suficiente espacio para poder trabajar. El “echarse para atrás” consiste en que, mientras un trabajador se mantiene parado sobre un peldaño de la escalera, se coloca el cincho en la cintura y la otra parte del cincho la coloca alrededor del poste. Luego de verificar que el cincho funciona correctamente y que está afianzado tanto en el poste como en su cintura, viendo de frente al poste, deja caer el cuerpo hacia atrás. De no utilizar el cincho de seguridad pueden darse descargas eléctricas y caídas desde alturas peligrosas para la vida humana. Mientras se trabaja en las líneas de la empresa distribuidora y sobre una escalera, el uso del cincho de seguridad es de prioridad dos. El cincho de seguridad podría sustituirse por un arnés de seguridad que cumpliría la misma función.

Figura 14 Fotografía del cincho de seguridad (a) completo y (b) Detalle de la unión entre las dos partes del cincho.



(a)



(b)

- **Vestimenta:** La vestimenta que debe portar el equipo técnico que trabaja en mediciones autocontenidas debe ser fresca y no debe contar con ningún remache o pieza metálica, a manera de reducir los contactos accidentales. Se prefiere el uso de camisas de manga larga a las de manga corta también para reducir los contactos accidentales o bien la magnitud de éstos. Cuando se trabaja con 480V, la vestimenta debe proveer protección contra posibles arcos eléctricos, en ese sentido, la vestimenta deberá ser fabricada de material retardante a las llamas con el suficiente peso para brindar protección térmica y mecánica. Se sugiere el uso de material que pese como mínimo 4 onzas por yarda.

La Sociedad Norteamericana de Materiales y Pruebas, ASTM por sus siglas en inglés, establece requerimientos que debe cumplir la vestimenta, norma F 1506 parte 6:

- La vestimenta no debe contribuir a la severidad de las posibles lesiones derivadas de un arco eléctrico momentario y su consecuente exposición a altas temperaturas. En otras palabras deberá hacerse de material que no vuelva más graves las heridas derivadas de una exposición accidental a altas temperaturas.
- Después que las flamas se retiran de la vestimenta, la vestimenta debe de permanecer ardiendo un tiempo

menor a 2 segundos y la vestimenta deberá tener un área carbonizada inferior a 6 pulgadas.

### **3.2.2. En mediciones con equipo auxiliar.**

En mediciones con equipo auxiliar no se debe utilizar equipo de protección para proteger únicamente al trabajador, también se tiene que usar equipo de protección para proteger el equipo de distribución de la empresa. Antes de colocar cualquier equipo de protección para el equipo de distribución, el trabajador deberá colocarse su equipo de protección personal. Algo del equipo que se utiliza en mediciones autocontenidas se repite.

- **Guantes:** Los guantes son quizás el artículo de protección más importante de protección personal cuando se trabaja con electricidad. El guante protector no provee de suficiente protección en voltajes altos. El uso de los guantes es de prioridad uno, su no utilización podría provocar la muerte. Debido a que en mediciones con equipo auxiliar se trabaja con voltajes superiores a 480 voltios, deberá escogerse el guante de goma adecuado al voltaje que se estará trabajando según la Figura 9. Para efectos prácticos quizás lo mejor sea contar con solamente dos pares de guantes, uno clase 2, suficiente para el voltaje más común de distribución y otro clase 4, que brinda la máxima protección.
- **Mangas:** Las mangas son colocadas en las extremidades superiores para protegerlas de cualquier contacto accidental. Las mangas son fabricadas con los mismos materiales que se

fabrican los guantes de goma y obedecen a la misma clasificación que los guantes. Deben cubrir por completo las extremidades superiores y se colocan antes de colocarse los guantes. Se fabrican con distinto nivel de aislamiento y se deberán utilizar acorde al voltaje en el cual se ha de trabajar, nuevamente podría contarse con un juego de mangas clase 2 y otro clase 4. Las mangas pueden ser del tipo I (resistentes al ozono) o bien del tipo II (no resistentes al ozono) Para sujetar las mangas se utilizan tirantes, los que a su vez se fijan a las mangas por medio de botones. Los tirantes se fijan a una manga, pasan por la espalda y se fijan a la otra manga. Siempre se ha de escoger el tamaño más pequeño de manga que cubra completamente los brazos, de este modo, quedarán bien ajustadas. El uso de las mangas es de prioridad uno, su no utilización podría provocar la muerte.

La Sociedad Norteamericana de Materiales y Pruebas, ASTM por sus siglas en inglés, establece normas que afectan las características de las mangas, norma D 1051

- **Casco:** El casco que ha de utilizar el personal que trabaja con mediciones con equipo auxiliar debe cumplir con los mismos requisitos que se planteó para los cascos del personal que trabaje con mediciones autocontenidas teniendo el cuidado que provean una protección acorde a los voltajes que se trabajarán. En ese sentido, los cascos a utilizar deben ser clase E. El uso del casco es prioridad uno.

Figura 15 Fotografía de mangas de goma, (a) vista lateral y (b) vista donde se observan los tirantes



(a)



(b)

- **Mangueras cobertoras:** Las mangueras cobertoras no son más que accesorios que sirven para cubrir los cables de alta tensión. Se colocan en los cables con los que potencialmente se podría establecer algún contacto al estar trabajando para colocar una nueva medición. Una vez que se tenga colocado correctamente el casco y los guantes aisladores, se procederá a la colocación de las mangueras cobertoras, no antes, puesto que esto representaría un serio peligro para quien lo realice. Se han dado casos en los que albañiles han muerto o han sufrido serias lesiones cuando han intentado aislar las líneas

de alta tensión utilizando tubería de polímero, ya sea de PVC o del comúnmente llamado poliducto, sin contar con los guantes protectores, casco y el entrenamiento adecuado y por supuesto, aquellos tipos de material no son los adecuados para aislar las líneas. El uso de las mangueras cobertoras es de prioridad uno cuando se trabaja con altos voltajes.

La Sociedad Norteamericana de Materiales y Pruebas, ASTM por sus siglas en inglés, establece normas que afectan las características de los las mangueras cobertoras, norma D 1050.

Las mangueras cobertoras están disponibles en las 5 clases diferentes atendiendo a los voltajes, Figura 9. También se tienen tres tipos básicos: tipo I, no resistente al ozono, tipo II, resistente al ozono y tipo III, resistente al ozono y con características elásticas.

Figura 16 Fotografía de manguera cobertora



- **Cubiertas:** Las cubiertas son también llamadas frazadas. Son colocadas en los sitios en donde las mangueras cobertoras no se puedan colocar debido a que el espacio físico no lo permite, como por ejemplo para cubrir los aisladores que fijan mecánicamente las líneas de transmisión o para cubrir líneas vivas que no tengan una trayectoria recta (como las que comunican un aislador con otro).

Las cubiertas deben ser flexibles y están hechas los mismos materiales que el resto de equipo protector hecho de goma, pueden tener ojales para su sujeción (utilizando sujetadores en los ojales), pueden también traer, en lugar de ojales, sujetadores tipo velcro. También las hay con ranura, éstas últimas con bastante útiles cuando se trata de aislar tramos de línea que son interrumpidos por el poste.

Se dispone de distintos tamaños de cubiertas y se ha de escoger una que sea del tamaño correcto al objeto que se desea aislar. Por último, se deberá contar con pinzas de sujeción para sujetar el equipo apropiadamente cuando no sea sencillo el uso de los ojales o los sujetadores de las cubiertas. Estas pinzas de sujeción deberán ser de material no conductor, encontrándose disponibles pinzas hechas de madera o de polímero no conductor. El uso de las cubiertas será de prioridad uno.

La Sociedad Norteamericana de Materiales y Pruebas, ASTM por sus siglas en inglés, establece normas que afectan las características de los las cubiertas, norma D 1048.

Las cubiertas están disponibles en las mismas clases que los guantes, Figura 9 y pueden ser tipo I: no resistentes al ozono, o del tipo II: resistentes al ozono.

Figura 17 Fotografía de cubiertas



Cubierta sin ranura



Cubierta con ranura

- **Escaleras:** Las escaleras que se han de usar han de ser de fibra de vidrio, esto porque se trabajará a alturas tales que el uso de una escalera de madera sería muy penoso por el peso de la misma. También, el uso de las escaleras se ve disminuido por el uso de camiones que tienen compartimiento para maniobras, conocido comúnmente como canasta. Ese compartimiento tiene en su parte interna material aislante que protege de eventuales descargas. El personal debe utilizar el compartimiento de maniobras a menos que el uso de éste sea imposible. Tendrán prioridad dos.
- **Cincho:** El uso del cincho, para sujetarse cuando se utilice la escalera, también es necesario. Su uso será prioridad 2.

- **Vestimenta:** Al igual que en mediciones autocontenidas, la vestimenta ha de ser cómoda y sin partes metálicas, prefiriendo las camisas con mangas largas. Todo lo determinado para las mediciones autocontenidas aplica también para mediciones con equipo de medición. La vestimenta tiene prioridad uno para los voltajes que se manejan debido a que se trabaja con altos voltajes y por ende, un posible arco voltaico para estos casos es más severo que si se trata de bajos voltajes. Existe vestimenta especial que protege completamente el cuerpo, de pies a cabeza, que se utiliza cuando la probabilidad de un arco voltaico es sumamente alto, también se tiene vestimenta especial para cuando se trabaja sobre extra-altos voltajes, sin embargo, estos no aplican para una empresa distribuidora de energía eléctrica.
- **Botas:** El uso de botas adecuadas también se recomienda cuando se trabaja con mediciones que poseen equipo auxiliar. Deberán tener suela de goma, no tener remaches ni partes metálicas, tal como punteras de acero. Su uso será de prioridad dos. Al igual que con la vestimenta, se tiene disponible en el mercado calzado dieléctrico, sin embargo, por el voltaje que se trabaja por lo regular en empresas distribuidoras, su uso no es aplicable.

Si bien la compra del equipo de seguridad implica un gasto, esto no debe ser excusa para no utilizarlo. En la mayoría de ocasiones los trabajadores manipulan equipo que es más costoso que el equipo de seguridad y que de haber algún accidente, podría dañarse. Dicho en otras

palabras, el equipo que pudiera dañarse en un accidente mientras se instala, inspecciona o cambia alguna medición.

Se ejemplifica el enunciado anterior con dos ejemplos de costos en los que se han tomado valores aproximados de precios de equipo y accesorios eléctricos.

Suponiendo que se sucede un accidente mientras se monta una medición autocontenida, en el que se eche a perder el medidor que se iba a colocar y el transformador de distribución, se tendrá los siguientes costos:

Transformador monofásico	US \$1,000.00
Medidor monofásico	US \$32.00
<b>TOTAL</b>	<b>US \$1,032.00</b>

Para el mismo caso, el costo del equipo de protección requerido para evitar accidentes sería de:

Casco protector clase E	US \$8.25
Gafas	US \$2.99
Juego de guantes clase 00	US \$66.34
Guante de lana	US \$3.30
Arnés de seguridad	US \$67.50
<b>TOTAL</b>	<b>US \$148.38</b>

Suponiendo que el accidente se da mientras se monta una medición con equipo auxiliar, del tipo secundario, en el que se estropeen los transformadores de corriente, el medidor y los transformadores de distribución, se tendrá los siguientes costos:

Juego de 3 transformadores de corriente	US \$1,532.61
Juego de 3 transformadores de potencia	US \$3,000.00
Medidor trifásico tipo digital	US \$140.00
<b>TOTAL</b>	<b>US \$4,672.61</b>

Para el mismo caso, el costo del equipo de protección requerido para evitar accidentes sería de:

Casco protector clase E	US \$8.25
Gafas	US \$2.99
Arnés de seguridad	US \$67.50
Par de guantes de lana	US \$3.30
Juego de guantes clase 2 (con protector)	US \$113.41
Par de guantes clase 4	US \$226.07
Juego de 6 mangueras cobertoras Clase 4	US \$610.02
Juego de 3 cubiertas con ranura Clase 4	US \$555.48
Juego de 3 cubiertas sin ranura Clase 4	US \$306.96
Par de mangas clase 4	US \$229.16
<b>TOTAL</b>	<b>US \$2,123.14</b>

La diferencia entre los costos de los posibles accidentes y el costo del equipo de protección personal es obvia.

### **3.3. Mantenimiento del equipo.**

Contar con un equipo de protección personal en buenas condiciones es de vital importancia para quien trabaja con mediciones eléctricas. Por tal razón es muy importante velar por el perfecto estado del equipo.

Antes de cada uso debe revisarse los guantes y mangas de goma en busca de hoyos, rasgones, roturas o signos de deterioro químico como consecuencia de la exposición a arcos eléctricos. Las mangueras y mantas de goma utilizadas para cubrir las líneas energizadas deben inspeccionarse en ambos lados, por dentro y por fuera, por si presentan cortes, rasguños, hoyos, incrustaciones de cable, o cambios en su textura o elasticidad. Si se presentara alguno de estos problemas, el equipo en cuestión deberá descartarse.

Un método que hace más fácil la revisión de los guantes es inflarlos y hacer presión en áreas precisas en busca de fugas de aire. Luego habrá que voltear el guante, la parte de adentro hacia fuera y la parte de afuera hacia adentro y repetir el procedimiento.

Con las mangas aislantes el procedimiento a seguir consistirá en enrollar las mangas a lo largo de su longitud y revisar en busca de cortes, rasguños, etc., conforme se van enrollando. Habrá que repetir este procedimiento colocando al revés luego la manga y luego dándole vuelta, lo de adentro hacia fuera y lo de afuera hacia dentro.

Doblar o arrugar los guantes y las mangas aislantes provoca fisuras en ellos y disminuye su resistencia eléctrica. Cuando se guarden, los guantes y mangas aislantes deben colocarse de tal manera que no se doblen. Si se colocan en bolsas deben colocarse en unas que sean del tamaño adecuado y no debe forzarse más de una pieza en cada bolsa.

Parte de la protección de los guantes y mangas se debe a la forma física de los mismos, por lo que, de notarse en ellos algún cambio de este tipo, tal como una elongación o si se pierde elasticidad deberán reemplazarse.

Con las mantas protectoras se ha de proceder de manera parecida que con las mangas protectoras. Se ha de enrollar en busca de rasguños, fisuras, decoloración, etc. Se han de enrollar como mínimo dos veces de cada lado de manera tal, que la segunda vez que se enrollen se haga en ángulo recto a la primera vez que se enrollaron. Si se encuentra alguna fisura, rasguño importante o decoloración que indique cambio de las propiedades químicas, se ha de reemplazar la manta protectora. Las mantas

protectoras deberán comprobarse eléctricamente cada año, enviándolas a alguna compañía que se encargue de ellos y la inspección visual debe de hacerse por lo menos cada 6 meses. Las mangas protectoras se han de guardar siempre en posición plana o enrolladas en compartimientos especiales diseñados para tal fin; nunca deben ser dobladas, arrugadas o prensadas.

Las mangueras se deben de inspeccionar interna y exteriormente, no deben presentar daño mecánico en más de un cuarto de su longitud, de lo contrario, tendrán que reemplazarse. Es necesario limpiar las mangueras cuando presenten algún contaminante que interfiera con sus propiedades. Deben ser guardadas en posición relajada, sin nada que las comprima. Si las mangueras presentan deterioro químico y pierden su elasticidad también deben ser reemplazadas.

#### **3.4. Los riesgos eléctricos en mediciones de energía eléctrica.**

Durante el montaje, inspección o cambio del equipo de medición se deberá seguir los siguientes procedimientos tendientes a la prevención de riesgos eléctricos en mediciones de energía eléctrica:

- ✓ Utilice siempre el equipo de protección acorde al voltaje que se ha de trabajar y al tipo de actividad que se llevará a cabo.
- ✓ No use equipo de protección que se encuentre en mal estado.
- ✓ Antes de utilizar su equipo de protección asegúrese de que éste se encuentra en buen estado. Una inspección visual se lo indicará.
- ✓ Use siempre equipo de protección de buena calidad.

Cuando se trate de mediciones autocontenidas:

- ✓ Siempre utilice el casco de protección cuando realice algún trabajo en o cerca de los postes.
- ✓ Use siempre el cinturón de seguridad cuando utilice la escalera.
- ✓ Utilice los guantes siempre que remueva o coloque un medidor en la caja socket, se cambie el cableado de la caja socket o se trabaje en las líneas vivas de la empresa distribuidora.
- ✓ Cuando use la escalera asegúrese de que ésta se encuentra rígida y asegúrela al poste cuando la utilice en éste.

Cuando se trate de mediciones con equipo auxiliar:

- ✓ Use siempre el cinturón de seguridad cuando utilice la escalera.
- ✓ Cuando use la escalera asegúrese de que ésta se encuentra rígida y asegúrela al poste cuando la utilice en éste.
- ✓ No ejecute ningún trajo en los cables de la empresa sin contar con los guantes de goma, debidamente colocados o sin el casco.
- ✓ Si se hace necesario remover un medidor, colóquese como mínimo los guantes de cuero.
- ✓ Todo trabajo a realizarse en las líneas vivas de la empresa se debe hacer desde el compartimiento de maniobras del camión o desde la escalera de fibra de vidrio.
- ✓ Use la varilla adecuada cuando haya que operar los portafusibles. Y desde el compartimiento de maniobras del camión.

Hablando en general, el análisis y evaluación de los riesgos eléctricos, como cualquier otro riesgo que pudiera presentarse en actividades industriales, es un proceso dinámico que debe revisarse cada cierto tiempo específico o bien cuando se tenga evidencia que es necesario hacerlo debido a cambios en la tecnología, daños a los trabajadores con las medidas actuales y otros. Además, deberá quedar debidamente documentado para cada actividad de trabajo.

Los pasos para desarrollar el análisis y evaluación de riesgos debe ser como sigue:

1. Clasificación de las actividades de trabajo.
2. Para cada actividad de trabajo obtener toda la información pertinente, tal como duración, herramienta utilizada, distancia a la que han de moverse los materiales, voltajes, etc.
3. Identificar los peligros y clasificarlos según su tipo.
4. Determinar la severidad del daño que pueden producir esos peligros.
5. Estimar la probabilidad de que se produzca el daño.
6. Valoración de los riesgos.
7. Preparación del plan de control de riesgos
8. Revisión del plan de control de riesgos.

La severidad del daño se puede clasificar como sigue:

- ✓ Ligeramente dañino: daños superficiales, molestias o irritación, tales como cortes, dolor de cabeza, irritación de los ojos, etc.
- ✓ Dañino: cuando el daño es mayor, tales como laceraciones, quemaduras, fracturas menores, sordera, accidente o enfermedad que conduzca a una incapacidad menor, etc.

- ✓ Extremadamente dañino: cuando el daño es de orden superior, tales como amputaciones, fracturas mayores, lesiones fatales, cáncer, accidente o enfermedad que conduzca a una incapacidad mayor, etc.

La probabilidad de que se produzca el daño también se puede clasificar como sigue:

- ✓ Probabilidad baja cuando el daño ocurra raras veces.
- ✓ Probabilidad media cuando el daño ocurra algunas veces.
- ✓ Probabilidad alta cuando el daño ocurra casi siempre o siempre.

En atención a lo anterior se puede determinar la valoración de los riesgos según la Figura 18.

Figura 18 Valoración de los riesgos

	PROBABILIDAD BAJA	PROBABILIDAD MEDIA	PROBABILIDAD ALTA
LIGERAMENTE DAÑINO	Riesgo trivial	Riesgo tolerable	Riesgo moderado
DAÑINO (DAÑO MEDIO)	Riesgo tolerable	Riesgo moderado	Riesgo importante
EXTREMADAMENTE DAÑINO	Riesgo moderado	Riesgo importante	Riesgo intolerable

Dependiendo de la valoración que obtenga cada uno de los riesgos se deberá proceder como sigue:

- ✓ Riesgo trivial: No requiere acción.
- ✓ Riesgo tolerable: No requiere mejorar acción preventiva pero se debe considerar acciones preventivas más rentables si las hubiera.
- ✓ Riesgo moderado: Requiere esfuerzos para reducir el riesgo dentro de un plan que incluya la inversión requerida y período de tiempo necesario.
- ✓ Riesgo importante: Requiere el paro de del trabajo, requiere esfuerzos al igual que en el riesgo moderado pero en un tiempo inferior al de éstos.
- ✓ Riesgo intolerable: Requiere detener el trabajo en la etapa de ejecución en que se encuentre y no reanudarlo sino hasta que se reduzca el riesgo, si esto no logra hacerse, habrá que prohibir el trabajo.

Se pueden utilizar tablas para la evaluación de los riesgos. En dichas tablas habrá que identificar claramente la actividad que se está evaluando, fecha de la evaluación, fecha de la evaluación anterior, identificar el grupo de trabajo con el que se está llevando a cabo la evaluación, nombre del trabajador o trabajadores que conforman el grupo de trabajo, nombre del evaluador, razón de la evaluación y los peligros identificados junto con su probabilidad, daño asociado y estimación del riesgo.

A dichas tablas habrá que adjuntar las medidas de control requeridas para todos los peligros que no sean tolerables. Se deberá identificar los destinatarios de dichas medidas de control y determinar si se requiere de algún tipo de formación o de información tendientes a que el riesgo sea controlado.

Si se determina que un peligro en particular presenta un riesgo no controlado, también habrá que adjuntar las acciones requeridas para que dicho riesgo sea controlado identificando responsables, personal involucrado, fecha de inicio, fecha de finalización y fechas para comprobaciones de la eficacia de las acciones.

Figura 19 Tabla para evaluación general de riesgos

Empresa Distribuidora "X"

**Tabla para evaluación general de riesgos**

Fecha: \_\_\_\_\_ Fecha de evaluación anterior: \_\_\_\_\_

Actividad: \_\_\_\_\_ Razón de evaluación: \_\_\_\_\_

Nombre del evaluador: \_\_\_\_\_ Nombre del equipo: \_\_\_\_\_

Nombre del encargado del equipo: \_\_\_\_\_

Integrantes del equipo: \_\_\_\_\_

---

No.	PELIGRO	DAÑO			PROBABILIDAD			ESTIMACIÓN DEL RIESGO				
		EXTREMO	MEDIO	LIGERO	ALTA	MEDIA	BAJA	INTOLERABLE	IMPORTANTE	MODERADO	TOLERABLE	TRIVIAL
1												
2												
3												
4												
5												

Firma del evaluador: \_\_\_\_\_ Firma del encargado del equipo: \_\_\_\_\_

## **4. ADMINISTRACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS EN MEDICIONES DE ENERGÍA ELÉCTRICA.**

### **4.1. Capacitación del personal.**

La capacitación es fundamental para el personal que trabaja en mediciones de energía eléctrica. Como ya se vio, el personal que trabaja en mediciones de energía eléctrica, estará laborando con valores de voltaje que ponen en peligro la vida. Es un riesgo muy grande. Asimismo se detuvo para conocer al equipo de protección que ayuda a que el trabajador se adecue al medio. Sin embargo nadie nace sabiendo cómo colocarse este equipo y mucho menos nace sabiendo la forma adecuada de utilizar tal o cual equipo.

Por tanto, es necesario que todo el personal que trabaje con mediciones reciba una capacitación que le instruya acerca de los peligros de la electricidad y acerca del correcto uso del equipo de protección. Por norma mandatoria, nadie debiera de salir a trabajar en las mediciones de energía eléctrica sin antes haber recibido algún tipo de instrucción acerca del equipo que necesita para trabajar y también sobre la forma correcta de hacer uso del mismo.

Un curso de inducción básico bien podría darse en los dos primeros días de trabajo, en los cuales, al trabajador deberá entregársele un material de apoyo que deberá estudiar y deberá aprobar un examen sencillo antes de salir a continuar con su capacitación en el lugar de trabajo (en el lugar donde están las mediciones).

El material de apoyo que se le entregará al trabajador novato deberá tocar puntos tales como el tipo de tarea que se le encomendará, la magnitud de los voltajes con que se estará trabajando, la magnitud de voltaje peligrosos para la vida humana, gravedad de las lesiones consecuencia de los accidentes, equipo de protección y manejo adecuado del equipo de protección para las tareas que se encomendarán.

El siguiente punto dentro de la capacitación deberá ser la inserción del trabajador novato en una cuadrilla de trabajo, no para que trabaje de lleno, sino para que observe en el lugar del trabajo las correctas maneras de realizar el trabajo desde el punto de vista de la seguridad, como también desde el punto de vista de eficiencia. Por supuesto, al decidir con qué cuadrilla de trabajo se envía al novato se debe considerar enviarlo con aquella cuadrilla que se considere la mejor en cuanto a normas de seguridad se refiere. No es deseable que el trabajador novato adquiera desde el inicio vicios de los cuales le será muy difícil deshacerse después. Dicho de otro modo, se debe procurar que el trabajador novato haga las cosas bien desde el inicio. Como mínimo, el trabajador deberá estar con esta cuadrilla durante una semana

En este punto cabe resaltar que, si es un trabajador que no tiene mucha experiencia en el tipo de trabajo que desarrollará, carecerá de eficiencia para realizar el trabajo. Sin embargo, habrá que recalcarle al trabajador novato el punto de que primero es la seguridad y luego su eficiencia, la eficiencia mejorará con el tiempo de acuerdo a la curva de aprendizaje. De otra manera, quizás buscará aumentar su eficiencia en detrimento de la seguridad y realice algún acto inseguro en aras de hacer el trabajo con mayor rapidez. Lo que está en peligro es la vida del trabajador y una vida humana no tiene precio.

A continuación, el trabajador deberá permanecer mínimo durante un mes con la cuadrilla de trabajo aumentando poco a poco las responsabilidades que tenga asignadas hasta que tenga la suficiente experiencia como para desarrollar las tareas de forma segura y eficiente.

#### **4.1.1. Charlas de información.**

Muchas veces sucede que en la experiencia está el peligro. Es decir, resulta que muchas veces el personal que tiene años de estar trabajando obvia algunos procedimientos de seguridad con la excusa de que ellos ya saben cómo se hace el trabajo y saben cómo hacer este de una manera más fácil y eficiente. Nada más peligroso que esto. Cuando un trabajador, por sus años de experiencia se siente superior a los procedimientos establecidos puede cometer actos inseguros.

También sucede en otras ocasiones que el trabajo no está normado y cada uno de los trabajadores hace el trabajo como lo considere más conveniente. Esto es fuente de condiciones inseguras.

Para combatir estas fuentes de condiciones y actos inseguros las compañías distribuidoras deben normalizar sus procedimientos de seguridad y sus procedimientos de trabajo. Esto, no será una tarea de la noche a la mañana. Requerirá con seguridad de un fuerte liderazgo de parte de los mandos medios que estén directamente a cargo del personal que trabaje con las mediciones eléctricas y requerirá de tiempo de planificación acerca del mejor método para hacer las cosas. Cabe resaltar que constantemente habrá que estar revisando los métodos de trabajo para poder hacer frente a los nuevos requerimientos de seguridad que se puedan tener y frente a aspectos que en un principio no se hayan considerado. El análisis de riesgos

descrito de manera general en un punto anterior es aplicable y deberá efectuarse con periodicidad y cada vez que se presente algún accidente para revisar si lo que ha fallado es el procedimiento.

También, se hace necesario tener charlas de información que tengan como objetivo informar al personal que trabaja con mediciones acerca de los nuevos procedimientos que deberán observarse y seguirse. Cada vez que cambie algún requerimiento de seguridad será necesario comunicarlo al personal.

Las charlas de información deben ser cortas, de no más de media hora y deben ser concisas y no hacerse demasiado seguido, de esta forma se evitará que el personal lo sienta demasiado habitual como para pasarlas por alto y no considerar los puntos importantes que en éstas se tratan.

Cuando se encuentre que es necesario tener demasiadas charlas de información con el personal, es tiempo de considerar darle al personal en un curso de formación y capacitación que toque todos los puntos que se vean necesarios y si no se cuenta con el personal indicado para impartirlo, habrá que contratar externamente alguna compañía que se dedique a ello.

#### **4.1.1.1. Procedimientos y medidas de seguridad.**

Los procedimientos y medidas de seguridad deben ser ejemplificados durante la capacitación del personal mientras el trabajador novato se encuentre bajo la tutela de la cuadrilla a la cual se haya asignado para su capacitación. De esta manera irá “tomando escuela” de cómo se hacen las cosas.

El encargado de la cuadrilla será el encargado de que el trabajador novato vaya tomando nota de los procedimientos que se deben seguir, él tendrá bajo su responsabilidad el informarle de qué procedimiento se trata, en qué condiciones aplica y cuál es la manera correcta de efectuarlo. Al mismo tiempo deberá informarle las medidas de seguridad que se deben de tomar en cada uno de los procedimientos. También deberá indicarles al resto de integrantes de la cuadrilla que desarrollen sus actividades un poco más despacio para que él pueda ir explicando los pasos y el novato pueda ir tomando nota.

#### **4.1.2. Boletines informativos.**

Los boletines también se pueden utilizar como recordatorios puntuales de cosas importantes. No deben ser pretenciosos y querer abarcar muchos puntos ya que desvirtuarían los temas que se quieren tratar al no enfocarse en uno solo de ellos. Deben ser agradables a la vista, no tener muchos mensajes escritos y llamar la atención.

Para que los boletines sean atractivos deben hacerse con colores que llamen la atención y ser cómicos para que el mensaje se quede en la mente de las personas. Se puede contratar a algún diseñador gráfico para que haga un personaje específico para la compañía distribuidora de tal manera que la compañía tenga un personaje propio cuyo nombre y diseño recuerden el nombre de la compañía. También se puede crear no solo uno sino varios personajes a manera de que cada uno tenga personalidad y representen los actos inseguros, los actos seguros, etc. de acuerdo a la personalidad que se les quiera imprimir.

## **4.2. Seguimiento de los procedimientos de prevención de riesgos.**

El seguimiento que se dé a los procedimientos es de suma importancia para que estos se cumplan. No basta solamente con tener procedimientos establecidos, se les debe dar seguimiento para que se cumplan o de lo contrario se convertirán en letra muerta.

### **4.2.1. Verificación de campo de los procedimientos y uso de equipo.**

El primer punto para verificar en el campo los procedimientos es conocer los procedimientos de prevención de riesgos y el equipo que se necesita utilizar para hacer el trabajo. Partiendo de este punto se sabrá cuales son los procedimientos que se verificará y se sabrá qué equipo habrá que utilizar en cada situación. Suponiendo que por ejemplo, uno de los procedimientos de prevención de riesgos sea: almacenamiento correcto de los guantes de goma se debería observar si se quitan apropiadamente de las manos del usuario, si se guardan dentro de la bolsa diseñada específicamente para ese fin, si en el almacenaje se colocó algo pesado sobre los guantes, si se tiene un lugar específico para guardarlos y un espacio reservado para otros.

Se debe hacer una hoja de control verificable sobre la cual ir anotando si se cumplen o no con los procedimientos. La forma más sencilla de hacerlo es como un cuestionario con preguntas cerradas del tipo sí o no. Como ejemplo se retoma el almacenamiento correcto de los guantes de goma. Las preguntas que debiera tener el apartado serían:

- ¿Se retiraron apropiadamente de las manos?

- ¿Se guardaron en la bolsa?
- ¿Se colocó la bolsa en el espacio reservado para ellos?
  
- ¿Se colocó algún otro material sobre ellos?

La verificación del seguimiento de los procedimientos se deberá hacer en el campo y sin previo aviso para asegurarse de que el personal de campo está realmente atendiendo a los procedimientos establecidos por la compañía. Naturalmente, esto propiciará cierto nerviosismo por parte del personal pero eso asegurará que el personal de cada cuadrilla hace el trabajo conforme los procedimientos que se han establecido previamente. La figura 4.1 muestra un modelo de hoja de verificación de uso de equipo y procedimientos. Habrá que marcar con una “X” lo que no se cumpla.

#### **4.2.2. Verificación del equipo de protección.**

El mantener el equipo de protección en óptimas condiciones es imperativo cuando se trata del equipo que ayuda al personal que trabaja en mediciones eléctricas. Se debe de contar con un plan de mantenimiento preventivo que permita que el equipo de protección permanezca en condiciones óptimas. Se deberá atender a los manuales del fabricante del equipo de protección para saber cuál es el tiempo de vida útil que tiene cada uno de los componentes del equipo. Dentro del presupuesto se deberá contemplar así, una partida destinada al cambio periódico del equipo. Para asegurarse de que el equipo cumplirá con su tiempo de vida útil se deberá hacer de tanto en tanto una verificación del estado del equipo de protección.

Al igual que con las verificaciones de los procedimientos, para efectuar una verificación del equipo de protección se debe contar con hojas de verificación, las cuales deben tener apartados que atiendan a cada una de

las partes del equipo de protección, es decir, se debe tener un apartado para los guantes de goma, uno para los guantes de cuero, etc. En cada uno de estos apartados se debe de tomar en cuenta el aspecto físico del equipo atendiendo principalmente aspectos tales como la elasticidad, color, deformaciones, incrustaciones, humedad, etc.

Las verificaciones del equipo deben hacerse periódicamente pero también deben hacerse sin previo aviso, de tal modo que se pueda establecer el estado real del equipo que se está utilizando. De no ser así podría suceder que el personal limpie o seque el equipo, favoreciendo sus propiedades aislantes, pero solamente antes de efectuarse las verificaciones. En la Figura 21 puede observarse un modelo que se puede utilizar para efectuar verificaciones al equipo de protección personal. Habrá que marcar con una "X" lo que no se cumpla.

#### **4.2.3. Sanciones para los infractores del correcto uso de procedimientos y equipo.**

Debido a que está en juego la vida del personal, las sanciones para los infractores del correcto uso de procedimientos y equipo deben ser rígidas y además deben documentarse.

No se debe mantener personal temerario trabajando con mediciones eléctricas, es un riesgo muy grande que trae como consecuencia la pérdida de buena imagen frente a los clientes, se pone en riesgo el equipo de la empresa distribuidora, se pone en riesgo equipo de los clientes y por sobre todo se atenta contra la vida propia y la vida de los demás.

Algo importante a tener en cuenta es que, aunque en algún momento la no observación de los procedimientos o el maltrato del equipo no ocasionen ningún accidente, se deben de sancionar estos con el fin de que no vuelvan a repetirse, esto por la potencialidad que implican para provocar accidentes.

Una primera instancia dentro de las sanciones podría ser el darle una amonestación por escrito al individuo infractor. Una copia de dicha amonestación debe quedar en el expediente del trabajador de tal manera que, se tenga un antecedente de temeridad de la persona y tomar en cuenta esto al momento de futuros incidentes.

Una segunda instancia es una suspensión por un par de días sin goce de salario. De esta segunda instancia también debe quedar una prueba por escrito y puede aplicarse como segunda medida a tomar hacia algún infractor al que ya se le haya amonestado por escrito. Sin embargo, al igual que en las siguientes instancias, se puede actuar apegado a ellas si la infracción es mayor atendiendo a la potencialidad del riesgo o a la gravedad del accidente que pudiera suscitarse.

La tercera instancia sería el despido del trabajador. Esta instancia será aplicable cuando se tenga un trabajador que sea recurrente o bien cuando la falta o la potencialidad del riesgo del acto inseguro sean grandes. Por ejemplo, cuando se ponga en riesgo la vida propia y/o la de los compañeros de trabajo. O bien cuando se trate de un trabajador que presente reincidencia en procedimientos que pongan en riesgo la vida de los demás trabajadores, el equipo de la empresa y/o el cliente o cuando se trate de accidentes en los que se haya perdido una vida o echado a perder equipo, ya sea este del cliente o de la empresa distribuidora.

Figura 20 Hoja de verificación de uso de equipo de protección y procedimientos

Empresa Distribuidora "X"

**Hoja de verificación de uso equipo de protección y procedimientos**

Fecha: \_\_\_\_\_ Número (o nombre) de cuadrilla: \_\_\_\_\_

Nombres de los integrantes de la unidad: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Jefe (o encargado) de grupo: \_\_\_\_\_ Fecha de la última revisión: \_\_\_\_\_

	Se utiliza cuando se necesita	Se colocaron apropiadamente	Se retiran apropiadamente	Tiene lugar asignado/dado	Es adecuado el lugar dado	Se colocó material encima	Se guardó en su bolsa	Se guardó sin dobleces	Se sigue el procedimiento	COMENTARIOS
Guantes de cuero										
Guantes de goma										
Guantes de lana										
Casco										
Mangueras cobertoras										
Cubiertas de goma										
Mangas de goma										
Escaleras										
Cincho de seguridad										
Procedimientos										

Revisado por: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Nombre del/los infractor/es: \_\_\_\_\_

Actividad donde se cometió la infracción: \_\_\_\_\_

Comentario general: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Figura 21 Hoja de verificación de equipo de protección

Empresa Distribuidora "X"

**Hoja de verificación de equipo de protección**

Fecha: \_\_\_\_\_ Número (o nombre) de cuadrilla: \_\_\_\_\_

Nombres de los integrantes de la unidad: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Jefe (o encargado) de grupo: \_\_\_\_\_ Fecha de la última revisión: \_\_\_\_\_

Tiempo transcurrido desde la última revisión (en meses): \_\_\_\_\_

Equipo de protección

	Apariencia	Abolladuras	Pinchazos	Roturas/Orificios	Humedad	Desgaste	Incrustaciones	Deterioro químico	Rasguños/cortes	COMENTARIOS
Guantes de cuero										
Guantes de goma										
Guantes de lana										
Casco										
Mangueras cobertoras										
Cubiertas de goma										
Mangas de goma										
Escaleras										
Cincho de seguridad										

Revisado por: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Comentario general: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Todos los procedimientos, indicaciones y demás acciones tendientes a conseguir procedimientos más seguros se deben dejar por escrito y se debe de llevar el historial de todos los que ha recibido el trabajador, de tal manera que, al observar una falta sean aplicables las sanciones respectivas sin utilizar la excusa de que no se está enterado y asimismo se pueda utilizar el historial para aplicar alguna de las sanciones.

## **5. INVESTIGACIÓN DE LOS ACCIDENTES.**

### **5.1. Registro de los accidentes y tablas de verificación.**

Cuando un accidente ocurre es importante que se registre toda la documentación que se pueda al respecto del mismo. Habrá que trasladarse al lugar del accidente para registrar toda la información de su entorno y del accidente mismo. La documentación debe ser recolectada por el coordinador de las cuadrillas de mediciones o bien por su asistente si lo tuviera.

Es importante que se llegue a lugar con una cámara fotográfica para hacer tomas en el lugar del accidente. Habrá que tomar fotografías del lugar del accidente desde distintos ángulos y desde distintas distancias. Por ejemplo, suponiendo que se da un accidente cuando se está trabajando en la instalación de un medidor en su caja socket. En ese caso se habrá de tomar fotografías de la caja socket en cuestión y de el lugar donde está instalada esta, vista desde varios puntos, de tal manera que se pueda observar los cables de la acometida, pared o estructura donde esté montada, la altura que tiene desde el suelo, etc.

También será importante entrevistar al trabajador o trabajadores que se vieron involucrados en el accidente. Si hay lesiones también las habrá que documentar con una fotografía.

Un par de cosas no se deben perder de vista. La primera es que, por tratarse del que hacer de una distribuidora de energía, al haber un accidente es probable que algún cliente se haya quedado sin energía. En este sentido hay que tratar, por todos los medios que estén al alcance, que ninguno o la menor cantidad de clientes, se queden sin energía. Para ello se habrá de

revisar la magnitud del corte del servicio de tal manera que se pueda determinar si se puede restablecer el mismo con la cuadrilla que está en el lugar, si se necesita de la ayuda de otra cuadrilla que trabaja en mediciones de energía o si habrá que coordinar la llegada de una cuadrilla de las que atienden emergencias para que ellos se encarguen. En este sentido habrá que tomar en cuenta que será necesario establecer comunicación con la cuadrilla que está en el lugar del accidente para saber si por causa del accidente se encuentran en estado de pánico o shock nervioso imposibilitándoles trabajar y habrá que hacerles sentir apoyados desde la coordinación de cuadrillas de mediciones de energía.

En este sentido es importante la presencia del coordinador de cuadrillas de mediciones de energía o de su asistente a fin de que los clientes afectados y los trabajadores de la cuadrilla que ha sufrido el accidente se sientan apoyados y puedan ver que se tiene un compromiso por mitigar la magnitud de las consecuencias del accidente.

La otra situación que no se debe pasar por alto es que, si alguno de los trabajadores ha sufrido una lesión, muy probablemente la entrevista con él no podrá realizarse sino hasta luego que sea atendido adecuadamente.

Como una ayuda dentro de las entrevistas habrá que contar con tablas de verificación que sirvan para detectar alguna condición insegura o algún acto inseguro. Las tablas de verificación serán hojas que deben de tener casillas donde se pueda, sencillamente, llenar una casilla para alguna condición. Deben de tener un apartado para el equipo de protección, estado del equipo de protección y uso del equipo de protección, por ejemplo, tendrán espacio para escribir si se cuenta con guantes de goma dentro del equipo de protección, si se encuentran en buen estado y si se estaban

utilizando en el momento del accidente. También deberá contarse dentro de las tablas de verificación con casillas para anotar los procedimientos que se siguieron para saber si se desarrollaron como era debido y en que punto del procedimiento ocurrió el accidente.

## **5.2. Registro de la información de los accidentes.**

Toda la información recopilada debe de registrarse apropiadamente para que luego se pueda determinar las causas de los accidentes y poder de esta manera deducir responsabilidades y medidas a tomar para que el tipo de accidente que se dio no se repita.

Para empezar, se debe de dar un nombre a cada accidente para que pueda ser identificado. Una idea para hacer esto es que el nombre comience con la fecha del accidente y luego con el nombre del servicio que se estaba atendiendo.

Luego se debe abrir un expediente con el nombre que se haya escogido y se debe recopilar toda la información obtenida, esto incluye:

- Fotografías tomadas del lugar del accidente.
- Fotografías tomadas de las lesiones de los trabajadores (si las hubiera).
- Tabla de verificación del equipo de protección con que contaba la cuadrilla. Se puede utilizar la tabla que se presenta en la Figura 21. Tomar fotografías.
- Tabla de verificación del procedimiento que debía desarrollar la cuadrilla.

- Resumen de las entrevistas con los trabajadores de las cuadrillas.

Se procederá luego con la determinación de las causas de los accidentes, punto que se verá en el siguiente apartado, sin embargo hay que hacer ver que las conclusiones a las que se llegue y las medidas que se tomen también habrá que agregarse al expediente, es decir, se debe también de agregar después:

- Estudio de las causas del accidente.
- Medidas tomadas a raíz del accidente.

Figura 22 Tabla de verificación para montaje de equipo autocontenido

Empresa Distribuidora "X"			
<b><u>Tabla de verificación para montaje de equipo autocontenido</u></b>			
Fecha: _____		Lugar del accidente: _____	
Número (o nombre) de la cuadrilla: _____		Integrantes de la cuadrilla: _____	
_____			
Jefe (o encargado) de grupo: _____			
	Presenta acto inseguro	Presenta condición insegura	Especifique
Conexión de acometida a caja socket			
Introducción de cables de acometida			
Conexión de acometida a red			
Conexión del medidor			
Revisión del servicio y medidor			
Colocación del precinto			
Revisado por: _____		Firma: _____	
Comentario general: _____			
_____			

Figura 23 Tabla de verificación para montaje de equipo para medición primaria

Empresa Distribuidora "X"

**Tabla de verificación para montaje de equipo para medición primaria**

Fecha: \_\_\_\_\_ Lugar del accidente: \_\_\_\_\_

Número (o nombre) de la cuadrilla: \_\_\_\_\_ Integrantes de la cuadrilla: \_\_\_\_\_

---

Jefe (o encargado) de grupo: \_\_\_\_\_

Actividades del proceso

	Presenta acto inseguro	Presenta condición insegura	Especifique
Disposición del equipo de medición			
Conexión del equipo de medición			
Colocación de cruceo y corta circuito			
Montaje del equipo de medición			
Conexión de los cables del usuario al equipo de medición y corta circuito			
Conexión de los cables de la empresa al corta circuito			
Conexión de los porta fusibles			
Instalación del medidor			
Verificación de funcionamiento			
Colocación del precinto en caja socket			

Revisado por: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Comentario general: \_\_\_\_\_

---



---

Figura 24 Tabla de verificación para montaje de equipo para medición secundaria

Empresa Distribuidora "X"

**Tabla de verificación para montaje de equipo para medición secundaria**

Fecha: \_\_\_\_\_ Lugar del accidente: \_\_\_\_\_

Número (o nombre) de la cuadrilla: \_\_\_\_\_ Integrantes de la cuadrilla: \_\_\_\_\_

---

Jefe (o encargado) de grupo: \_\_\_\_\_

Actividades del proceso

	Presenta acto inseguro	Presenta condición insegura	Especifique
Conexión del equipo de medición entre si y con la caja socket			
Colocación de cruceo y corta-circuito			
Conexión de los cables del usuario al transformador			
Conexión de los cables de la empresa distribuidora al corta-circuito y al transformador de distribución			
Conexión de los porta fusibles			
Instalación del medidor			
Verificación de funcionamiento			
Colocación del precinto en caja socket			

Revisado por: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Comentario general: \_\_\_\_\_

---



---

### **5.3. Determinación de las causas de los accidentes.**

Posteriormente a la apertura del expediente habrá que estudiar la información recopilada con el fin de encontrar la o las causas del accidente. Se ha de tomar toda la información recopilada, sin dejar fuera detalle alguno, puede ser que ese detalle sea la clave para descifrar lo que sucedió durante el accidente.

Se debe extraer toda la información de las fotografías, las entrevistas y las tablas de verificación y colocar toda esta información en un diagrama causa-efecto. En una primera instancia habrá que poner todas las condiciones y actos inseguros detectados a fin de determinar si estos pueden desencadenar el accidente que se presentó. No se debe dejar ningún detalle por agregar.

Se analiza la información y si no se encuentra alguna razón aparente para el accidente habrá que rehacer todo el diagrama nuevamente. Si en esta segunda ocasión no se encuentra ninguna razón para el accidente habrá que revisar nuevamente la información prestando atención a las entrevistas practicadas a los trabajadores en busca de incongruencias, si las hay, habrá que entrevistar nuevamente a los trabajadores asegurándose de que se hagan por separado. Si se detecta incongruencias en estas segundas entrevistas lo más seguro es que se haya tratado de un acto inseguro que se está tratando de ocultar por parte de los trabajadores.

Si las entrevistas individuales son congruentes entre si y no se encuentra una razón para el accidente, habrá que analizar entonces el

procedimiento y recrearlo en busca de errores que lo conviertan en un procedimiento riesgoso.

También puede suceder que, mientras se estudia el diagrama causa-efecto se encuentre una razón que potencialmente sea la culpable del accidente. En esos casos no habrá de conformarse únicamente con haber encontrado la razón culpable del accidente, se deberá terminar con el análisis y observar si no existió alguna otra razón aparentemente insignificante que pudo haber sido la desencadenante de la razón principal del accidente. La mayoría de accidentes no se deben solamente a una razón sino que a varias.

#### **5.4. Revisión de los procesos de disminución de riesgos.**

Cada vez que ocurre un accidente se tiene la oportunidad de hacer mejoras en nuestros procesos. Aún cuando los accidentes no son deseados, no se deben dejar pasar esas situaciones para revisar nuestros procesos de disminución de riesgos.

Las preguntas que se deben contestar frente al accidente son:

- ¿Se siguió algún procedimiento?

Este punto pareciera ser un absurdo pero es la razón más frecuente de la ocurrencia de los accidentes. Como se decía en capítulos anteriores, en la experiencia está el peligro. Alguien que cuente con mucha experiencia en el trabajo que se realiza puede simplemente no observar el procedimiento porque “ya se sabe el trabajo” trayendo como consecuencia accidentes.

- ¿El procedimiento seguido es el adecuado al trabajo que se estaba efectuando?

Puede ser que el procedimiento que se siguió no es el adecuado para el trabajo que se realizaba. Puede ocurrir que por desconocimiento se sigan instrucciones que no son las adecuadas a lo que se hace.

- ¿Hubo algún error en el seguimiento del procedimiento?

Si se sigue el procedimiento adecuado pero resulta que se cometió algún error en el seguimiento del mismo se puede suscitar un accidente. Esto es algo evidente.

- ¿El procedimiento seguido es vigente para el trabajo que se estaba efectuando?

Con el avance tecnológico que se va dando todos los días en todos los ámbitos puede ser que nuestros procedimientos ya no estén vigentes. Habrá que tratar de mantenerlos vigentes.

- ¿El procedimiento seguido se puede mejorar?

Si un procedimiento se puede mejorar no se debe dejar pasar esa oportunidad. Mientras mejores estén nuestros procedimientos, menor será la incidencia de los accidentes.

## **5.5. Replanteamiento de los procesos de disminución de riesgos.**

El replanteamiento de los procesos de disminución de riesgos se hace necesario en un mundo en el que la tecnología no es estática y siempre se está mejorando.

El replanteamiento de los procesos de disminución de riesgos debe hacerse periódicamente, como mínimo, cada año. Deberá principiarse con la revisión de los procesos y responderse las últimas dos preguntas planteadas en el apartado anterior.

En caso de que se presentara algún accidente, además de determinarse las causas del accidente, se deberán revisar los procesos de disminución de riesgos y deberá replantearse los procesos de disminución de riesgos. Se deberá documentar cada accidente y se deberá llevar control de las estadísticas de accidentes. La meta será tener cero accidentes.

En caso de notar que es necesario hacer algún cambio en los procesos habrá que hacerlo de inmediato e informarlo a la brevedad posible por medio de alguna charla de información y algún material de apoyo al personal de campo. Es necesario en este punto que el personal de campo note el compromiso que la coordinación para con el nuevo procedimiento.

El cambio en el proceso lo deberá hacer la coordinación del personal del campo. También debe comunicar los cambios al personal de campo y a la unidad o departamento de la empresa distribuidora a la que deba rendir cuentas de los resultados alcanzados.

## CONCLUSIONES

1. Para dotar de procedimientos de seguridad al personal encargado de la instalación, verificación y cambio de equipo de medición es necesario darle una capacitación.
2. Para informar sobre el cuidado que se debe tener durante la instalación, verificación y cambio de equipo de medición son necesarias las charlas de información y boletines informativos.
3. La incidencia de la ínter actuación de personal no calificado con equipo de medición se reduce capacitando al personal y diseñando procedimientos que se ajusten a cada uno de los procesos.
4. Para reducir la incidencia de los accidentes eléctricos del personal de campo de las empresas distribuidoras de energía se hace necesario el estudio de los accidentes.
5. Un compromiso decidido de la coordinación del personal, que trabaja en el campo con mediciones de energía, es necesario para informar de todas aquellas medidas tendientes a la reducción de riesgos eléctricos.
6. El personal de campo que trabaja con mediciones de energía eléctrica debe ser informado acerca de cómo usar y cuidar el equipo de protección.
7. Como mínimo, todo trabajador de campo que trabaje en mediciones eléctricas debe contar con vestimenta adecuada, botas adecuadas, guantes, casco, cincho, escalera, cubiertas, mangas y mangueras cobertoras.
8. El equipo de seguridad debe revisarse siempre antes de utilizarse.

9. Programas de mantenimiento preventivo y correctivo son necesarios para asegurar una disponibilidad constante de equipo de medición.

## RECOMENDACIONES

1. Las empresas distribuidoras de energía eléctrica deben documentar sus procedimientos.
2. Cada empresa distribuidora de energía eléctrica debe restringir el acceso a las mediciones de energía eléctrica y a cables energizados, sólo a personal capacitado y autorizado por la empresa distribuidora.
3. Todo accidente que se presente en el manejo de electricidad debe investigarse.
4. Con carácter obligatorio de cada empresa distribuidora de energía eléctrica debe dotar de equipo y entrenamiento al personal que trabaja directamente con la electricidad.



## BIBLIOGRAFÍA

1. **Air Gas** (<http://www.airgas.com>, mayo de 2009)
2. **Amazon** (<http://www.amazon.com>, mayo de 2009)
3. Belmar Muñoz, Victor. **Prevención de riesgos, Implantación de un sistema efectivo de control del riesgo operacional en la empresa** (<http://www.monografias.cosm/trabajos13/progper/progper.shtml> , noviembre de 2004)
4. **Best Value Supply inc.** (<http://www.bestvalsup.com>, mayo de 2009)
5. C.D. Jorge, **Riesgos Eléctricos**, (<http://personal.redestb.es/jorgecd/seriesg.html>, noviembre 2004)
6. Cadick, John; Capelli-Schellpfeffer Mary; Neitzel, Dennis, **Electrical Safety Handbook**. (Estados Unidos de Norte América, 2006, Editorial McGraw-Hill)
7. Comisión Nacional de Energía Eléctrica; **Normas técnicas del servicio de distribución**. Resolución CNEE No. -09-99. 7 de abril de 1999. Guatemala.
8. **Conney Safety** (<https://www.conney.com>, mayo de 2009)
9. Díez Maté, Carlos Ramón (et al) Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. **Prevención de riesgos laborales, curso básico**. (<http://www.insht.es>, España, mayo de 1997)

10. **Discount Safety Gear** (<http://www.discountssafetygear.com>, mayo de 2009)
11. **Electrician Supplies** (<http://www.electriciansupplies.com>, mayo de 2009)
12. Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. **Normas para acometidas de servicio eléctrico** XII edición 1998
13. Gil Hernández, Fernando; **Tratado de medicina del trabajo**. (España, 2007, Editorial Elsevier)
14. Hodson, William K. **Maynard manual del ingeniero industrial**. (México: editorial McGraw-Hill. 2002)
15. Instituto Nacional de Seguridad de Higiene en el trabajo; **Evaluación de riesgos laborales**, ([http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Guias\\_Ev\\_Riesgos/Ficheros/Evaluacion\\_riesgos.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Guias_Ev_Riesgos/Ficheros/Evaluacion_riesgos.pdf), marzo de 2009 )
16. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo; **Real Decreto 614/2001 Guía técnica para la evaluación y prevención del Riesgo Eléctrico**, (Ministerio De Trabajo y Asuntos Sociales, España, 2001)
17. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo; **Real Decreto 773/1977 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de**

**protección individual.** (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, España, 1997)

18. Microsoft Corporation. **Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2000.**  
(Estados Unidos de Norte América: 1999)

19. Phillipps, Calvin y McFadden, David; **Investigación del origen y causas de los incendios.** 1ª edición en español (España: Editorial Mapfre S.A. 1984)

20. **Professional equipment** (<http://www.professionalequipment.com>, mayo de 2009)

21. **Protective Equipment Testing Laboratory**  
(<http://xpresscartcentral.com>, mayo de 2009)

22. W. H. Salisbury & Co. **Salisbury Catalog.** (Estados Unidos de Norte América: 2004)

23. W. H. Salisbury & Co. **Salisbury Electrical Safety Catalog Distributor Price List.** (Estados Unidos de Norte América: 2007)