



La seguridad eléctrica y los sistemas eléctricos

Miguel Castro

Recibido: Junio del 2008

Aprobado: Septiembre del 2008

Resumen/ Abstract

El tema de la seguridad, visto con un enfoque integral y sistémico, no por estudiado deja de ser un tema de importancia vital no sólo desde el punto de vista del funcionamiento como tal de un sistema dado a partir del uso de las nuevas tecnologías, sino también en la influencia que esas nuevas tecnologías tienen sobre la vida humana. Si se parte de definir seguridad como el estado de riesgo aceptable o la actitud mental de las personas en una instalación, edificación o sistema dados, puede comprobarse lo dicho en el párrafo anterior. El presente trabajo pretende abordar, de una forma general, los problemas relacionados con la seguridad de las personas, sean actores directos o no, en el marco de un entorno que puede abarcar un sistema completo, una parte de él o una parte de una instalación o edificación: el entorno de la electricidad.

Palabras Claves: seguridad eléctrica, salud ocupacional, accidente

The security, it seen from the point of view of integral and systemic focus, do not be a real theme with high importance both operation and use of new technologies and the influence of this technologies over human been. If we start from to qualify security like acceptable risk or mental aptitude of people inside utilities, buildings or systems, it is possible to probe this consideration. The present paper, at general, pretend to expose some problems related with the people security, they are been direct actors or not, inside one environment which made incorporate one complete system, part of them or utility: electricity environments.

Key words: electric security, health occupational, accident

INTRODUCCIÓN

Cuando se habla conceptualmente de la seguridad como un estado de riesgo aceptable se hace referencia a que un sistema eléctrico, o de manera más específica, que la condición de un sistema eléctrico es tal que permite su funcionalidad, explotación, operación y mantenimiento dentro de límites estables

que no afectan la salud de los seres humanos relacionados con el mismo, ni tampoco la existencia de la propia instalación, equipo o sistema en cuestión. Cuando se habla de la seguridad como actitud mental de las personas se hace referencia a la capacidad de las mismas, que

de forma directa o indirecta tienen relación con el sistema, de poder explotar, operar y mantener dicho sistema sin poner en peligro su propia vida y/o la funcionalidad del sistema. Es en este último enfoque donde el factor capacitación y buenas prácticas de ingeniería se convierten en factores predominantes y tan importantes, de forma general, como los aspectos técnicos o tecnológicos.

Si bien es cierto que muchos aspectos de la seguridad en los sistemas eléctricos (seguridad eléctrica) está vinculada íntimamente a los esquemas de conexión de puestas a tierra utilizados en los mismos, también es cierto que hoy en día sigue siendo este un factor de máxima importancia, pero no el único; la complejidad de los sistemas y entornos actuales, así como la explotación, operación y mantenimiento de los mismos, tanto en baja como en alta tensión, ha hecho que el concepto de seguridad eléctrica esté, ante todo, muy unido a los procedimientos de seguridad o procedimientos seguros de trabajo que se relacionan no sólo con requerimientos como el de un buen SPT sino también con otros como capacitación, buenas prácticas, uso de tecnologías, herramientas y componentes adecuados, caracterización de entornos, etc.

Un ejemplo de ello se puede observar en lo que se ha dado por calificar como Compatibilidad Electromagnética (CEM), fenómeno, o más bien consecuencia, de la introducción en la vida cotidiana, y por tanto en los sistemas eléctricos, de equipos y tecnologías muy sensibles a los fenómenos de conducción y/o radiación [1], los cuales siempre han estado presentes, pero que la presencia de estos equipos y componentes más sensibles los han puesto más en relieve. En esta dirección debe recordarse que como Compatibilidad Electromagnética se define la capacidad de un equipo o sistema de funcionar satisfactoriamente, en un ambiente electromagnético, sin ser afectado ni afectar a otros equipos por energía electromagnética radiada o conducida [2].

Otro ejemplo se ofrece a través de las estadísticas de accidentabilidad en el sector eléctrico donde se evidencia un mayor índice de accidentes en los trabajos que se ejecutan con el circuito desenergizado (o en frío) que aquellos en los que se ejecutan los trabajos con el circuito energizado (o en caliente). Este es un caso bien definido de actitud mental, pues en los trabajos en frío los operarios y técnicos se confían, en muchas ocasiones, del estado desenergizado del sistema, y cometen imprudencias y hasta violaciones de

procedimientos de seguridad durante la ejecución del trabajo.

ELECTRICIDAD Y ACCIDENTABILIDAD

La electricidad puede plantearse es uno de los peligros que se encuentra con mayor sistematicidad en una instalación cualquiera. En condiciones normales, la seguridad o el evitar un accidente eléctrico por contacto, por ejemplo, se logra a través del cumplimiento de las medidas de protección y seguridad inherentes al equipo que se está utilizando, o del propio sistema eléctrico en cuestión. No obstante lo anterior, en muchas ocasiones se presentan daños serios, e incluso la muerte, en personas que accidentalmente contactan partes energizadas de un equipo o sistema en condiciones tales que ellos pasan a formar parte del circuito eléctrico ocurriendo un accidente.

Los efectos de la corriente eléctrica sobre una persona dependerá de diversos factores, siendo fundamentales los siguientes:

- Características del circuito (corriente, resistencia, frecuencia, tensión).
- Resistencia de contacto e interna del cuerpo humano.
- Lugar por donde pasa la corriente a través del cuerpo humano.
- Duración del contacto.
- Condiciones ambientales que afectan la resistencia de contacto del cuerpo humano.

Desde el punto de vista práctico muchas personas plantean que han sentido "los efectos de la corriente" en diferentes formas; estos efectos que provoca la corriente al pasar a través del cuerpo humano y a partir de lo que la persona puede percibir o ser consecuencia, en el momento de hacer contacto, se clasifican como:

- Corriente no perceptible.
- Corriente perceptible o molesta.
- Peligrosa para la vida.

La corriente no perceptible se presenta por lo general en niveles menores a 0,6 mA para el caso de las mujeres y de 1 mA para los hombres para la corriente directa (CD), mientras que para corriente alterna (CA) los valores son 0,3 y 0,4 mA, respectivamente. El menor valor de la corriente perceptible por el ser humano depende de muchos factores: edad, sexo, parte del cuerpo que hace contacto, presión, superficie de

contacto, estado anímico de la persona, humedad, temperatura, etc. Por ejemplo, normalmente se considera que para CA el límite menor de percepción se presenta a partir de los 0,7 mA para la mujer y de 1 mA para el hombre.

No obstante, la peligrosidad de la corriente para el ser humano depende del tiempo de exposición, la intensidad y frecuencia de la corriente. Por ejemplo, 0,1 amperios de electricidad a través del cuerpo por 2 segundos es suficiente para causar la muerte; la cantidad de corriente que una persona puede soportar y aún mantener control sobre sus músculos puede ser menor a 10 mA, mientras que por encima de este valor puede paralizar los mismos.

Es por ello que surgió el concepto de "corriente para soltarse" como un término a partir del cual se definen niveles de peligro para un ser humano, una vez que este contacte la electricidad, valores que oscilan desde 6 mA para las mujeres hasta 9 mA para los hombres, según se puede ver en la figura No.1. En el caso de los niños este valor es menor, del orden de los 4,5 mA. Un resumen de los efectos que la corriente puede causar en el ser humano se presenta en la tabla No.1 [3], la cual es válida para tensiones eléctricas inferiores a los 600 volts, ya que tensiones superiores a este valor causan por lo general quemaduras severas, independientemente de los niveles de corriente que afecte al ser humano.

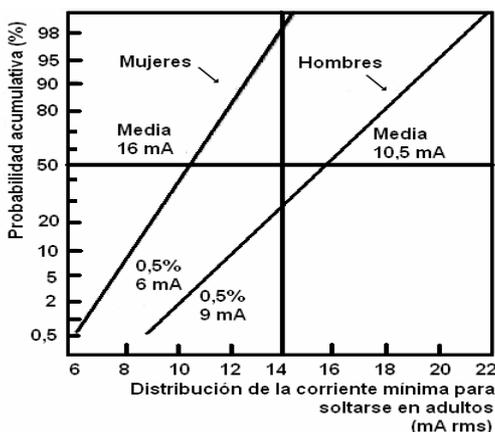


Fig. 1. Probabilidad de accidentabilidad según los efectos, sobre los músculos, de la corriente.

Ahora, podría alguien preguntarse: son en realidad tan frecuentes los accidentes a causa de la electricidad? En mayo de 1998 el Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacional de los Estados Unidos (NIOSH, según sus siglas en inglés) dio a conocer un estudio relacionado con trabajadores muertos por electrocución en

dicho país que pudiera una buena referencia para responder a dicha pregunta [4].

En dicho estudio, basado en datos provenientes del sistema de información conocido por National Traumatic Occupational Fatalities (NTOF), programa sustentado por NIOSH, se planteaba que entre 1980 y 1992, un total de 5,348 trabajadores murieron por contacto con energía eléctrica (un promedio de 411 muertes por año), representando ese valor el 7% de las muertes ocurridas por accidentes en los EE.UU. y calificando como la 5ª. causa de muerte en dicho país.

El total de accidentes que involucraron a estas muertes fue de 5 180, de ellos un total de 153 fueron accidentes múltiples (3% del total): 140 involucraron a 2 víctimas, 11 involucraron a 3 víctimas y 2 accidentes involucraron a 4 víctimas. En la figura No.2 (barras indican frecuencia de ocurrencia, la línea continua indica razón de muertes por cada 100 000 trabajadores) puede verse como aún dentro de una tendencia decreciente de accidentabilidad por causa de no seguridad eléctrica, aún estos valores fueron, realmente, muy elevados.

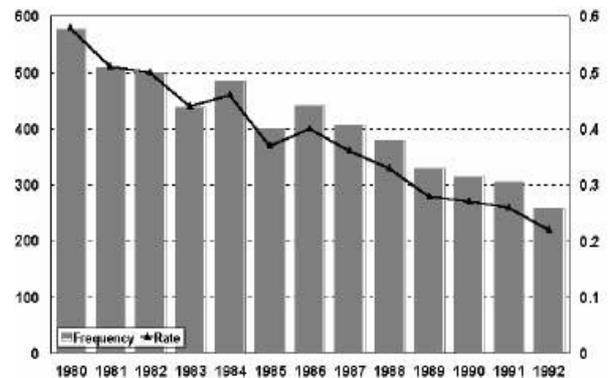


Fig. 2. Comportamiento de accidentes en los Estados Unidos según NIOSH en el período 1980 a 1992.

En el estudio se analizó también las esferas de trabajo donde más ocurrían estos accidentes, quedando demostrado que los sectores más afectados eran la construcción y la minería, según puede verse en la figura No.3, mientras que en frecuencia la construcción (con el 40% del total), el sector transporte/comunicaciones /servicios públicos (16%), la manufactura (12%) y la agricultura/forestal/pesca (11%) eran los sectores donde más ocurrían estos accidentes.

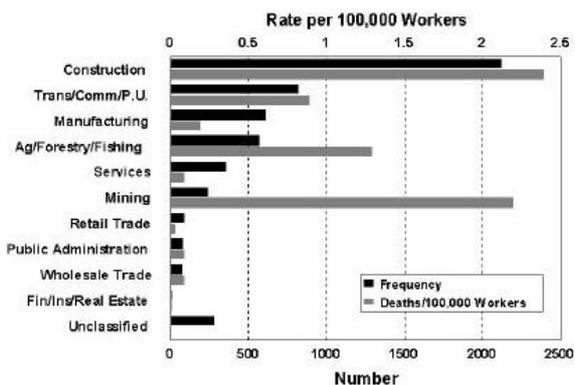


Fig. 3. Accidentes fatales relacionados con la electricidad por esferas de trabajo.

Así mismo, entre noviembre de 1984 y diciembre de 1994, el NIOSH investigó las causas de 224 electrocuciones que resultaron de un total de 244 accidentes fatales ocurridos en el período, analizando factores asociados a los mismos como el agente (modo de intercambio energético), el huésped (trabajador que murió) y el medio ambiente (donde se desarrolló el incidente), antes, durante y posterior a la ocurrencia del hecho. Una vez más (figura No.4) los resultados indicaron que los sectores de la construcción, la manufactura y el transporte/comunicaciones/servicios públicos aportaban el 85% de los fallecidos.

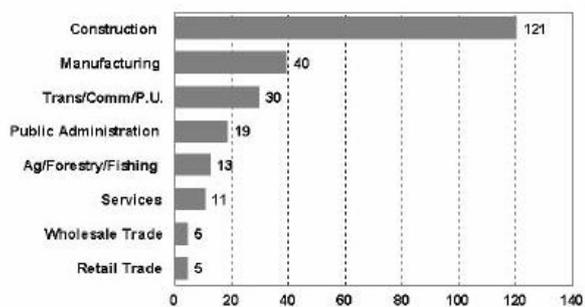


Fig. 4. Personas fallecidas por electrocución por esferas o sectores. NIOSH 1984 – 1994.

Con relación a las categorías ocupacionales, el 56% de los electrocutados ocupaban categorías de linieros (46), obreros u operarios (45) y electricistas (26), tal y como se muestra en la figura No.5.

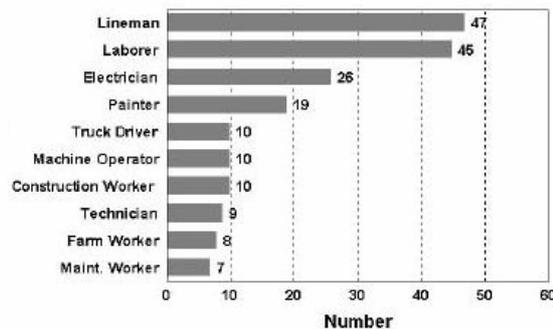


Fig. 5. Electrocutados por categoría ocupacional. NIOSH 1984 – 1994.

Al analizar el aspecto medio ambiental, en particular los meses en que ocurrieron los accidentes fatales por electrocución, se observó que el 57% ocurrió en donde las condiciones del tiempo eran propicias para realizar trabajos en medios ambientes exteriores, según se muestra en la figura No.6.

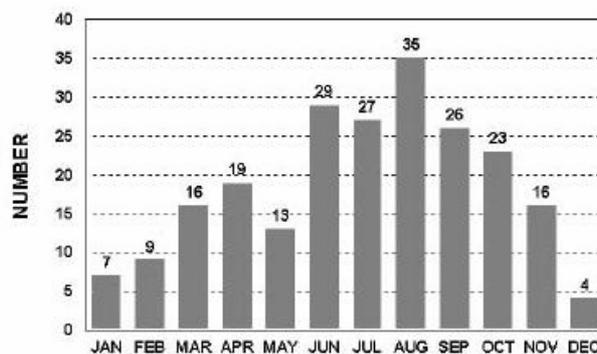


Fig. 6. Distribución mensual de muertes por electrocución. NIOSH 1984 – 1994.

Como resumen del trabajo publicado por NIOSH [4] se puede obtener que:

1. De las 244 víctimas, 194 (80%) habían recibido algún tipo de entrenamiento de seguridad eléctrica.
2. En 120 de los incidentes (53%) el supervisor estaba presente, y 42 de las víctimas eran supervisores.
3. El 99% de los incidentes fatales se originaron ante la presencia de la corriente alterna (CA). Dos (2) involucraron arcos eléctricos.
4. De los incidentes que involucraron la CA, 74 (33%), tuvo relación con niveles de tensión inferiores a los 600 volts (baja tensión), según el Código Eléctrico de EE.UU – NEC), mientras que 147 (66%) ocurrió a 600 o más volts.

Se identificaron además cinco (5) escenarios principales donde ocurrieron los accidentes fatales:

- Contacto directo del trabajador con la línea eléctrica de potencia (28%).
- Contacto directo del trabajador con algún equipo energizado (21%).
- Contacto de grúa u otro tipo de camión que posee barra de extensión (boom) con línea eléctrica energizada (18%).
- Equipo impropiaamente instalado o equipo dañado (17%).
- Contacto indirecto, a través de un equipo, con una línea eléctrica energizada (16%).

Finalmente, se pudo comprobar que en el 79 de los incidentes fatales (35%) no existían programas de seguridad, ni orientaciones, ni indicaciones, ni procedimientos para trabajos seguros., por lo que NIOSH se dio a la tarea de ofrecer un grupo de recomendaciones a las empresas relacionadas con el aspecto de la seguridad entre las cuales se destacan:

1. Desarrollar e implantar un Programa de Seguridad asequible a la comprensión de todos los trabajadores, y garantizar su revisión, a través del Área de Seguridad Eléctrica, en el lugar de trabajo.
2. Asegurar el cumplimiento de lo normado con relación a Seguridad Industrial General y Normas de Salud establecidas por la OSHA.
3. Proveer a los trabajadores con un adecuado entrenamiento con relación a la identificación y control de los peligros asociados con la energía eléctrica en su lugar de trabajo.
4. Proporcionar un entrenamiento adicional a aquellos trabajadores que trabajan en las cercanías o alrededores de componentes de un circuito eléctrico.
5. Desarrollar e implantar procedimientos para el control de los peligros derivados de la energía eléctrica, lo cual incluye procedimientos de sellado y marcado, asegurándose que los trabajadores apliquen los mismos.
6. Proporcionar a los trabajadores que trabajan directamente con la electricidad, equipos de ensayo y detección que aseguren su seguridad durante la ejecución de sus tareas.

LA SEGURIDAD EN LA EJECUCIÓN DE TRABAJOS CON ELEMENTOS ENERGIZADOS

En el sector eléctrico es práctica usual realizar trabajos en baja y alta tensión con el sistema y elementos energizados o desenergizados, indistintamente. Evidentemente no es la misma preparación la que se realiza para uno u otro trabajo, pues tanto por la diferencia de la tensión de trabajo (baja o alta) como por la filosofía de ejecución del trabajo (con elementos energizados o no), la capacitación, la rutina de trabajo, los procedimientos y las medidas de seguridad se diferencian.

La presencia de elementos energizados durante la ejecución del trabajo ha obligado a desarrollar métodos y tecnologías que permitan el desarrollo del mismo en un ambiente seguro. Los métodos de trabajo que se utilizan son:

1. Método a potencial, utilizado en alta tensión.
2. Método a distancia, utilizado también en alta tensión.
3. Método a contacto, utilizado tanto en alta (hasta 34,5 kV) como baja tensión.

Cada uno de estos métodos posee un grupo de medidas de seguridad, de acuerdo a la filosofía que rige el trabajo. Por ejemplo, en el método a potencial, la regla básica es ... "tocar sólo los elementos a los que se está conectado"... , mientras que en el método a distancia, la regla básica es ... "no tocar directamente, ningún elemento que no esté aislado" ... Como se observa, las filosofías de trabajo son diametralmente diferentes, aún cuando tengan elementos en común, como son el uso de elementos aislantes.

La propia lectura de la tabla No.1 da una muestra de que cuando se realizan trabajos a más de 600 volts los efectos de la tensión eléctrica son tan graves como los que puede provocar una corriente de orden superior a los 10 amperes. No obstante, la ejecución de un trabajo en baja tensión (menos de 1000 volts =1kV), con los elementos o el sistema energizado, utilizando el método a contacto, requiere de un grupo de medidas que eviten poner al operario o técnico en condiciones que pueda ocurrir un accidente, y para ello se toman un grupo de medidas como son:

Tabla 1. Efectos de la corriente en el ser humano

Efectos de la corriente, mA	Efecto o reacción
< 1	Débil sensación de cosquilleo
1 - 5	Ligera sensación de choque eléctrico, aunque no dolorosa. La mayoría de las personas pueden terminar voluntariamente el contacto (soltarse). Sin embargo, movimientos involuntarios pueden causar daños.
6 - 25 mujeres * 9 - 30 hombres	Choque eléctrico doloroso. Se pierde el control muscular. Este es el rango donde comienza la "corriente de congelamiento" muscular. No es posible "soltarse".
50 - 150	Choque eléctrico extremadamente doloroso, paros respiratorios, contracciones musculares fuertes. Los músculos flexores pueden causar paradas, mientras los músculos extensores pueden causar intensos empujones. Es posible la muerte.
1 000 - 4 300 (1 - 4,3 A)	Ocurre la fibrilación ventricular. Hay contracción muscular. Ocurren daños en el sistema nervioso. Probablemente cause muerte.
10 000 (10 A)	Ocurren paros cardíacos y severas quemaduras. La muerte es probable.
15 000 (15 A)	Valores de corriente para los cuales operan los límites de las protecciones como fusibles o interruptores !!!!

* Las diferencias en la masa muscular y el contenido de grasas influye en la severidad del choque eléctrico.

- Mantener las manos protegidas mediante guantes aislantes adecuados.
- Realizar el trabajo sobre una alfombra o banqueta aislantes que, asimismo, aseguren un apoyo seguro y estable.
- Vestir ropa de trabajo sin cremalleras u otros elementos conductores.
- No portar pulseras, cadenas u otros elementos conductores.
- Usar herramientas aisladas, específicamente diseñadas para estos trabajos.
- Aislar, en la medida de lo posible, las partes activas y elementos metálicos en la zona de trabajo mediante protectores adecuados (fundas, capuchones, películas plásticas aislantes, etc.).

En alta tensión, cuando el sistema se encuentra energizado, se deben tomar, al utilizar el mismo método de trabajo a contacto, además de algunas de las medidas anteriormente mencionadas otras precauciones, como son:

- Adicionar al uso de guantes aislantes, adecuados a la tensión nominal de la instalación, mangas aislantes para los brazos.
- Realizar el trabajo sobre un soporte aislante (plataforma, barquilla, etc.) que asegure el aislamiento del trabajador respecto a tierra y proporcione un apoyo seguro y estable.

- El trabajador mantendrá la distancia de seguridad respecto a otros puntos de diferente potencial que no se encuentren apantallados o protegidos.

No siempre se cumplen estas medidas como puede verse en la figura No.7, que muestra la ejecución de un cambio de aisladores en una línea de 33 kV y donde no se están utilizando, por ejemplo, las mangas aislantes a que se hacen referencia anteriormente.



Fig. 7. Incumplimiento de medidas de seguridad. No uso de mangas aislantes.

Otras medidas son utilizadas de acuerdo al métodos y procedimientos de trabajo que se utilicen, demostrando la experiencia que en muchas ocasiones, al no existir un control adecuado por parte del supervisor o no existir los procedimientos escritos de trabajo, estos se ejecutan de diferentes formas por los operarios, como puede verse en las figuras No.8,9 y 10.



Fig. 8. Uso de un tensor como sistema de puesta a tierra.



Fig. 9. El supervisor de espalda al trabajo que se está ejecutando.



Fig. 10. Lavado con elementos energizados en una subestación. Incumplimientos de medidas de seguridad: no uso de tierra de seguridad ni de plataforma aislante para ejecutar el lavado.

En diversas asesorías y visitas realizadas a diferentes empresas [5- 8] se ha encontrado como problemas de seguridad más frecuentes los que se presentan a continuación:

1. No llenado, o no existencia, de la planilla de seguridad para la ejecución del trabajo. Por lo tanto no se realiza la reunión previa de preparación para la ejecución del trabajo.
2. El supervisor o capataz realiza funciones de ayudante, no pudiendo estar al tanto del trabajo que se realiza.
3. No hay delimitación segura del área de trabajo, permitiéndose el paso de personas ajenas al mismo por el área durante su ejecución.
4. No uso de equipos e implementos de seguridad personal: espejuelos de protección, guantes y/o mangas aislantes.

5. No cumplimiento de procedimientos de seguridad, como es el cubrimiento de conductores secundarios cuando se trabajo en líneas primarias ubicadas en un nivel superior.
6. Uso inadecuado de tierras (bajantes, conductos) y no aterramiento del equipo, la boquilla y de la estructura al realizar el lavado en caliente.
7. Realización de trabajos sin cobertura de comunicación con el centro de control correspondiente.
8. Apoyo en elementos de cobertura para ejecución de otras actividades.
9. Ejecución de trabajos con equipos y pértigas sin comprobación sistemática de su estado técnico.
10. Falta de procedimientos escritos que digan como ejecutar los trabajos, de acuerdo al método a emplear, las tensiones de trabajo, etc.
11. El área de seguridad de la empresa no ejerce el control adecuado sobre los medios técnicos, ni define cuando se requiere su comprobación y/o sustitución, estando esto en manos del área técnica.
12. Falta de conocimiento por parte del personal dirigente en las empresas de los métodos y técnicas de trabajo con elementos energizados.
13. Falta de certificación y/o capacitación en los operarios y linieros para realizar la actividad que ejecutan.
14. No existencia de un plan o programa de capacitación adecuado para las condiciones y trabajos que ejecuta la empresa.
15. Falta de compromisos de la empresa hacia los operarios y técnicos en lo relativo a la búsqueda de soluciones a estos problemas.
16. Se utiliza al mismo personal para actividades de trabajo con elementos energizados y sin energizar, lo cual pone en peligro al mismo, dado que las rutinas de trabajo son muy diferentes en ambos métodos.

Como puede apreciarse, en algunas de las empresas visitadas se puede decir que el trabajo con el sistema energizado se realiza sin aplicar las medidas de seguridad pertinentes, lo cual hace que los niveles de accidentabilidad sean altos. Esto en muchos casos sólo afecta directamente al trabajador, dado que la empresa utiliza esquemas de seguro a través de terceros, como por ejemplo, las Cooperativas de Seguro, sustentadas por los propios trabajadores, que permiten a la empresa desentenderse del

problema, legalmente, cuando ocurren los accidentes.

Esta es una de las situaciones más peligrosas que se ha detectado, e inhumana, pues mientras la empresa no tenga compromisos legales con el accidentado, no habrá preocupación, desgraciadamente, por mejorar la situación, siendo los linieros, operarios y técnicos los que deben suplir este problema incluida la compra de herramientas de trabajo de su propio salario.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Es evidente que la mayor parte de los problemas de seguridad que se pueden presentar en una empresa, relacionados con la electricidad, son en lo fundamental accidentes que ocurren en alta tensión y que involucran factores tales como falta de capacitación del personal, ejecución por parte del supervisor de trabajos no relacionados con su actividad fundamental y violaciones de procedimientos de seguridad.

A partir de las medidas sugeridas por NIOSH al sector empresarial de los EE.UU. se hace evidente el papel sumamente importante que juegan dos factores del proceso: la capacitación y los elementos-herramientas de seguridad, incluidos en ellos los procedimientos de seguridad.

Con relación a Cuba, puede decirse que el índice de accidentabilidad y fatalidad en los mismos se ha ido disminuyendo año tras año, y tal y como puede verse en la figura No.11, correspondiente a una Empresa Eléctrica Provincial [9] muestra como durante algunos años esta empresa ha llegado a tener cero accidentes fatales en su gestión.

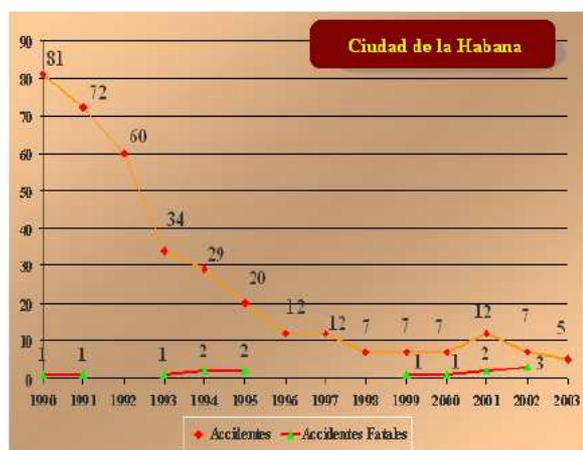


Fig. 11. Accidentabilidad en una empresa eléctrica cubana.

En ello ha incidido la implantación del Sistema de Seguridad Industrial que la Unión Eléctrica (UNE) ha orientado en las Empresas Eléctricas cubanas, lo que ha permitido ir haciendo un trabajo muy serio y plantearse la meta de disminuir hasta cero, si ello es posible, el índice de accidentabilidad fatal, logrando también resultados muy importantes en esta dirección. Existe una política bien definida en relación a la capacitación de los obreros, operarios, linieros, técnicos, e incluso de los ingenieros que laboran en la UNE, la cual es controlada por la Escuela Nacional de Capacitación de dicha entidad, con el apoyo de Universidades y Centros de Investigación que trabajan en el sector de la electricidad. Una de las tareas más importantes que se ha desarrollado, por los resultados que ha ofrecido, es la atención directa a los familiares de los obreros y técnicos que ejecutan trabajos de alto riesgo, como son los linieros, lo que ha redundado en una mejor disposición psicológica de los mismos para ejecutar su actividad laboral.

CONCLUSIONES

La política de seguridad eléctrica de una organización cualquiera debe tener en cuenta principios básicos que incrementen la seguridad de los trabajos que se ejecutan por sus obreros, técnicos e ingenieros, directamente o no, sobre equipos o sistemas eléctricos.

Entre estos principios están:

1. Una práctica interna y de limpieza apropiada. Uno de los factores que mayor cantidad de accidentes provoca dentro de una empresa es la falta de aplicación de procedimientos correctos en la organización de sus áreas y de los equipos asociados a los trabajos que realiza: un área desordenada es insegura e ineficiente. Muchos empleados son responsables de la limpieza de sus equipos y áreas, y los supervisores son responsables de que aquellos equipos y áreas que están bajo su responsabilidad permanezcan limpias.
2. Identificar los peligros y anticiparse a ellos. Hay que crear una cultura de "pensar en que acción de las que se van a ejecutar es peligrosa" y cuales serían las consecuencias de dichas acciones. No dudar en discutir con sus compañeros de trabajo ni con el supervisor cualquier situación que se presente o se vaya a presentar y sobre las que se tengan preguntas.
3. Resistencia a las presiones de "es para ayer". La presión de los programas de

trabajo no deben provocar el no tomar o violar consideraciones o procedimientos que han sido planificados para realizar el trabajo.

4. Diseñar con seguridad. Debe considerarse la seguridad como parte integrante del proceso de diseño. Los equipos de protección, las señales de aviso y los procedimientos administrativos son suplementos de un buen diseño pero no lo sustituyen. Los controles de ingeniería siempre son preferibles a los controles administrativos. Los diseños deben incluir los elementos y componentes que permitan un mantenimiento para la seguridad.
5. Mantenimiento para la seguridad. Un buen mantenimiento es esencial para la ejecución de acciones y operaciones seguras. Los programas y procedimientos de mantenimiento para los equipos e instalaciones, incluyendo la documentación de reparaciones, cambios, sustituciones y arreglos, deben ser establecidos.
6. Documentación para trabajar. La organización debe poseer documentos adecuados y actualizados para la operación, el mantenimiento, el ensayo y la seguridad que permitan ejecutar acciones sobre equipos o partes potencialmente peligrosas.
7. Tener diseños revisados. Todas las modificaciones que se ejecuten sobre alguno de los sistemas que controlan operaciones peligrosas o realizan funciones de seguridad tienen que ser revisados a nivel de la ingeniería de proyectos o superior.
8. Tener diseños y operaciones verificadas. Todos los sistemas que realizan operaciones de seguridad o control sobre operaciones potencialmente peligrosas deben ser validados a través de procedimientos de ensayos reales antes de ponerse en marcha o servicio, al menos una vez al año, así como en cualquier momento en el que se sospeche mal funcionamiento del mismo. Tanto los procedimientos como los ensayos deben estar documentados.
9. Pruebe los equipos con seguridad. Los ensayos al equipamiento debe ser realizado con el mismo desenergizado; en caso de que esto no sea posible, los peligros deben ser reducidos a lo mínimo.
10. Conocer los procedimientos de emergencia. Todas las personas que trabajan en áreas de alta peligrosidad (por ejemplo fuentes de potencia de alta tensión, bancos de capacitores, etc) tienen que ser entrenadas con procedimientos de respuesta para casos de emergencia, entre los cuales se incluye la certificación de resucitación cardiopulmonar.

REFERENCIAS

- [1]IEC 61000-4-1/1994, Compatibilidad Electromagnética, Técnicas de ensayo y medida. Sección 1. Publicación básica.
- [2]VEI 161-01-07.
- [3]*Electrical Safety. Safety and Health for Electrical Trades, student Manual, DHHS (NIOSH) Publication No. 2002-123, January 2002.*
- [4]A summary of surveillance findings and investigative case reports, U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Center for Disease and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, May 1998.
- [5]Visita y reunión de trabajo en la empresa de energía Jamaica Public Service Ltd., Kingston, Jamaica, Agosto de 1999.
- [6]Visita y reunión de trabajo en la empresa de energía CHEC, Manizales, Colombia, Noviembre del 2000.
- [7]Visita y reunión de trabajo en la empresa de energía EMCALI, Cali, Colombia, Abril del 2001.
- [8]Visita y reunión de trabajo en la empresa de energía CENTROSUR, Cuenca, Ecuador, Noviembre 2002.
- [9] González, J.L. : Sistema de seguridad industrial en las empresas eléctricas de la República de Cuba, Safety at Work, Quito, Ecuador, Noviembre de 2003.

AUTOR

Miguel Castro Fernández

Ingeniero Electricista , Doctor en Ciencias Técnicas. Investigador Auxiliar del Centro de Investigaciones y Pruebas Electroenergéticas (CIPEL) de la Facultad de Ingeniería Eléctrica del ISPJAE. Es Secretario del Consejo Científico del ISPJAE, y del cuerpo de árbitros de la Revista Energía y Computación de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad del Valle y de la Revista Científica de ESIME Zacatenco del IPN en México, actualmente es Coordinador de la Red Nacional UNE – MES sobre Generación Distribuida.

e-mail: mcastro@electrica.cujae.edu.cu