



GESTION EMPRESARIAL

Servicio Integral En RRHH, Ingeniería – Construcción, Prevención De Riesgos, Medioambiente Y
Gestión De Mantenimiento

“IMPLANTACIÓN DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD ELECTRICA IMPLANTACIÓN DE PROGRAMAS DE SEGURIDAD ELECTRICA EN EMPRESAS PRODUCTIVAS BASADOS EN EL CUMPLIMIENTO LEGAL Y EN LA NORMA NFPA 70E-2004”

**POR:
RONALDO LÓPEZ SERRAZINA
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL
ROLOP, GESTION EMPRESARIAL**



IMPLANTACIÓN DE PROGRAMAS DE SEGURIDAD ELECTRICA EN EMPRESAS PRODUCTIVAS BASADOS EN EL CUMPLIMIENTO LEGAL Y EN LA NORMA NFPA 70E-2004.

RESUMEN

Este trabajo es en su mayoría, una adaptación del trabajo denominado “Implantación de un Programa de Seguridad Eléctrica en PEMEX Gas y Petroquímica Básica, basado en NFPA 70E-2004”. Del Ing. Enrique M. Santomé Tapia y presentado en “**Reliability World 2006**”, México. Este presenta la experiencia de casos reales implementados en la industria, especialmente en la industria minera aplicación de la normatividad legal en materia de riesgos y de la interpretación y aplicación de los elementos del estándar NFPA 70E que, aunque no es obligatorio en los países de Latinoamérica, garantiza el cumplimiento de las otras normativas.

DESARROLLO

El trabajo de mantenimiento en instalaciones y equipos eléctricos involucra riesgos a los trabajadores electricistas que hasta hace relativamente poco tiempo eran relacionados solo como “choque” o “electrocución”, lo cual implica una descarga de energía por medio de un contacto de una parte del cuerpo no aislada con una parte energizada no aislada. Sin embargo, en un análisis más detallado de causas raíz de accidentes con electricidad, estudios han determinado que la incidencia por choque es de 20%, mientras que la incidencia por arco es de 80%.

IDENTIFICANDO LOS **RIESGOS** DEL TRABAJO CON ELECTRICIDAD (NFPA 70E)

**CONTACTO CON ENERGIA:
ELECTROCUCIÓN.**
INCIDENCIA: 20%



Descarga de corriente eléctrica a través del cuerpo, por contacto de una parte “viva” contra tierra.

**EXPOSICIÓN AL ARCO
ELÉCTRICO**
INCIDENCIA: 80%



Lesión sin contacto por exposición a la energía radiante de un arco eléctrico: 19000°C, explosión, ráfaga, luz UV/IR, sonido de altos decibeles, partículas de metal fundido y onda de alta presión.



En la década de los 80's se inicia el estudio de los efectos del arco eléctrico, que es un fenómeno que libera simultáneamente varias formas de energía de un sistema eléctrico que produce un relámpago que es el paso de corriente a través del aire, irradiando mayormente energía infra roja y vapores de los materiales conductores (cobre y aluminio).

El fenómeno de relámpago de arco se puede sintetizar con la siguiente secuencia: radiación de energía infrarroja y ultravioleta, vaporización de metales conductores, calentamiento del aire, y onda de choque de alta presión. En estos eventos las temperaturas pueden superar los 15000°C.



Las consecuencias potenciales para el personal que trabaja cerca de partes energizadas son entre otras, las de lesiones graves principalmente por quemaduras, con secuelas permanentes, traumas personales y familiares, y hasta la muerte.

Aún trabajando en estos 2 tipos de accidentes, siempre se deja de lado el tercer tipo de accidentes que es son los efectos que producen las detonaciones o explosiones producidas por los accidentes anteriormente nombrados. Por lo tanto, también es



importante tenerlos en cuenta en el programa a implementar

Para las empresas provoca altos costos por servicios médico-hospitalarios, indemnizaciones, altos costos por primas de seguros, altos costos por daños en equipos e instalaciones y cuantiosas pérdidas de producción.

Actualmente son varias las empresas que ya han establecidos sus programas de seguridad eléctrica basados en el estándar NFPA 70E: Norma para la Seguridad Eléctrica en Lugares de Trabajo versión 2004. Entre ellas, podemos nombrar: PEMEX Gas y Petroquímica Básica (México), Minera Candelaria y Minera El Abra (Chile), Minera Cerro Verde (Perú) entre otras.

Este estándar les permite a las empresas:

- a) Determinar los niveles de exposición en una instalación eléctrica y un programa de ingeniería de control de hallazgos.
- b) Especificar y adquirir los equipos de protección personal requeridos.
- c) Identificar las prácticas seguras de trabajo para controlar los riesgos.
- d) Empezar un programa de capacitación para formar electricistas capacitados.

Los aspectos anteriores cumplen con lo requerido por las normativas de prevención de riesgos eléctrico de cada país y plantean a las empresas objetivos claros para las empresas con respecto a los riesgos eléctricos.

ETAPAS DEL PROGRAMA DE SEGURIDAD ELÉCTRICA

- a) Determinar los niveles de exposición en una instalación eléctrica y un programa de ingeniería de control de hallazgos.**

Para determinar los niveles de exposición de una instalación eléctrica se requiere un



estudio muy detallado de los siguientes aspectos:

- Corto circuito trifásico y monofásico
- Flujos de cargas
- Coordinación de protecciones de Sobrecorriente
- Energía de arco incidentes a distancias de trabajo y límites de seguridad.

Es importante mencionar que estos estudios abarcan desde 115 kV, hasta 220 V alimentados por transformadores > 75 kVA y exigen un alto nivel de rigor en el levantamiento y recopilación de datos de campo.

Estudio de arco eléctrico

Un estudio de arco eléctrico estima la exposición a la energía incidente en las fuentes potenciales de arco. Los accidentes por arco eléctrico, ocurren cuando la corriente pasa a través del vapor de metal fundido entre dos conductores. Las altas temperaturas del arco pueden provocar quemaduras fatales aun cuando se esta a una distancia considerable. Un accidente por arco eléctrico también proyecta material fundido en las áreas circundantes, incrementando los riesgos por quemadura. Las corrientes del arco eléctrico, son menores que las fallas de corriente tradicionales, pues el vapor actúa como impedancia. Algunas veces la corriente de falla del arco es menor que el ajuste de la protección instantánea de corto circuito, lo que resulta en un tiempo prolongado de disparo y mayor liberación de energía.

Estudio de los escenarios posibles:

Deben considerarse todos los escenarios posibles del sistema, de los cuales deberán considerarse los casos de mayor incidencia de energía. La experiencia indica que los accidentes ocurren en condiciones atípicas del sistema, casi nunca en condiciones normales de operación.

Los efectos que tiene la aplicación de "Ingeniería de control", la cual tiene como objetivo rediseñar el circuito eléctrico o recalibrar sus protecciones en los casos



de emplazamientos con energía $> 8 \text{ cal/cm}^2$.

Por Ejemplo: El proyecto Piloto efectuado en el CPG La Venta (México) arrojó los primeros resultados de riesgo de arco por bus en promedio **19 cal/cm²**. Aplicando Ingeniería de Control se redujo a un promedio por bus de **13.8 cal/cm²**, reduciendo el riesgo global en **27%**.

La ingeniería de Control trae como beneficio dos aspectos importantes:

1. Reducción de niveles de exposición de personal menor al grado de protección de la ropa de uso diario.
2. Reducción de riesgo de daño a la instalación por incendio.

b) Especificar y adquirir los equipos de protección personal requeridos.

Habiéndose terminado la realización de los análisis de riesgos por arco eléctrico, se determinan los Equipos de Protección Personal contra Arcos Eléctricos que deberán utilizar los electricistas, Operadores y en general todas las personas que intervengan o esté expuesta a accidentes eléctricos.

c) Identificar las prácticas seguras de trabajo para controlar los riesgos.

NFPA 70E reconoce dos tipos de trabajo desde el punto de vista de exposición:

Trabajo eléctricamente seguro (Lock out):

Aquel que es efectuado en ausencia total de partes energizadas, con alimentadores, circuitos y equipos perfectamente aislados, con interruptores bloqueados con candados, etiquetados, con descarga a tierra de electricidad remanente e instalación de sistemas de tierras provisionales o también llamadas de trabajo.

Trabajo en o cerca de conductores o partes de circuitos eléctricos expuestos que están o pueden estar energizados:

Si el trabajo a realizar es de este tipo, se deberán desarrollar los procedimientos



de seguridad relacionados con el trabajo para proteger a los trabajadores de los riesgos eléctricos: contacto (choque), arco y explosión

Los procedimientos de trabajo deberán ser adecuados a las condiciones bajo las cuales se va a desarrollar el trabajo y para los niveles de tensión y de radiación de arco específico en cada uno de los trabajos. Estas prácticas deberán ser complementadas con otras prácticas seguras de otros riesgos específicos tales como altura, espacio confinado, presencia de hidrocarburos u otros materiales peligrosos, etc.

d) Empezar un programa de capacitación para formar electricistas capacitados:

Una vez completados los requisitos de los incisos a, b y c, se inicia un **Programa de difusión de los riesgos eléctricos entre el personal que está expuesto a los accidentes eléctrico** en la empresa, responsable de los procesos de mantenimiento y operación de los equipos y circuitos eléctricos y personal de Prevención de Riesgos Laborales, con el fin de sensibilizar sobre estos riesgos y propiciar la adopción de las prácticas seguras de trabajo definidas. El hecho de capacitar a los trabajadores expuestos, además de proteger la salud de los trabajadores, permite cumplir con las normativas legales que los rige.

e) Seguimiento y complementos del Programa de seguridad eléctrica:

1. Auditoría a las instalaciones:

La finalidad de estas auditorías, es la de asegurar que cada área de la empresa, incluya los elementos clave, establecidos como vitales para garantizar la seguridad personal. Estos elementos deben cumplir con las regulaciones nacionales así como las que la empresa se comprometa a cumplir. Estas auditorías también incluyen las Mejores Prácticas de Seguridad Eléctrica. Estas auditorías no limitan la capacidad de las faenas de incluir elementos de seguridad adicionales, necesarios para el desarrollo de tareas específicas.



Tanto estas auditorias como todo el programa de seguridad eléctrica, están diseñados para prevenir la exposición a incidentes, y proporcionar la oportunidad de efectuar mejoramientos en las diferentes áreas, lo cual llevará a la empresa a logra que todos sus empleados cumplan el **“CERO ACCIDENTES”**

2. Elaboración de manual de seguridad eléctrica:

El Manual de Seguridad Eléctrica (Electrical Safety Handbok), contiene todos los procedimientos de seguridad eléctrica, las pautas y políticas de la compañía, en un solo documento. Este documento forma parte de una referencia concisa y de fácil utilización para todo el personal eléctrico. Algunos aspectos importantes que el manual identifica, incluyen:

- Introducción
- Finalidad
- Responsabilidad
- Generalidades
- Pautas Generales de Seguridad Eléctrica
- Equipo de Protección Personal
- Requerimiento técnicos mínimos del personal que va ha desarrollar la actividad.
- Políticas, reglamentos, normas y/o procedimientos internos de MAGSA.

5. Trabajos eléctricos de personal contratista:

Consiste en normar el trabajo de persona contratista que ejecuta labores de apoyo o directamente en equipos o instalaciones eléctricas dentro o para la empresa que afecta al programa de seguridad eléctrica. El propósito de esta normativa e instrucciones, es el de dar a conocer a las empresas contratistas las principales obligaciones y responsabilidades tanto propias como de sus subcontratistas, referidas a trabajos eléctricos durante la ejecución de obras para empresa mandante.

Esta normativa regirá a los el personal contratista que preste servicios, de inspección, mantención y/o montaje de sistemas eléctricos mandante



CONCLUSIONES

El Programa de Seguridad Eléctrica establece roles que requieren de la participación de muchos puestos de la organización y especialmente del personal de las áreas de mayor exposición a los accidentes eléctricos (supervisores, técnicos y operadores). Así mismo, este programa requiere de recursos financieros y técnicos para ser invertidos en este esfuerzo. Los frutos de este proyecto serán vistos en el mediano plazo, cuando la reingeniería haya depurado los hallazgos denominados “low hanging fruit” y se vea incrementada la seguridad y confiabilidad operativa del proceso.

En el mediano plazo, se reducirán las acciones peligrosas de los trabajadores y exposición a riesgos de la instalación y por tanto, se evitarán los accidentes con electricidad cuando se modifique la cultura de trabajo por la conciencia basada en el conocimiento de los riesgos, el uso de equipo de protección personal especial y una actitud de vigilancia colectiva de un riesgo común como son el choque y el arco eléctricos.

Gran parte de la empresa que adoptan estos programas de seguridad eléctrica, lo hacen primero adaptando sus procedimientos e inclusive comprado EPP bajo sin ningún soporte técnico, solo por la “buena intención” de las personas que los compran o a sugerencia de vendedores inescrupulosos. Pues bien, esto no asegura que los EPP cumplan los objetivos para los cuales fueron comprados y por el contrario, se produce un sentimiento de “falsa seguridad” entre los trabajadores que los utilizan, sin contar con las pérdidas para la empresa por la mala elección.

Para los casos de arco eléctrico, solo un buen estudio de todas las instalaciones permitirá tomar las acciones en base a un instrumento confiable.

Finalmente, al implementar un programa de seguridad eléctrica, la empresa estará cumpliendo con el marco legal respecto a Prevención de Riesgos Laborales y EPP que los rige, cualquiera sea el país donde lo implementen.



EXPERIENCIA DEL AUTOR

Ronaldo López Serrazina, Ingeniero Civil Industrial, Ingeniero en Gestión Industrial, Licenciado en Gestión Ambiental, Técnico en Prevención de Riesgos Laborales, Diplomado en Gestión Industrial, Postulante al grado de Magíster en “Creación, Gestión y Dirección de Proyectos” de la Universidad Politécnica de Cataluña.

Consultor en temas medioambientales, seguridad eléctrica y Gestión de Mantenimiento.

- Implementación de Sistema de Gestión de Salud y Seguridad Ocupacional en Minera Candelaria como integrante del comité de implementación. (OHSAS 18001)
- Implementación de programa de control de energías peligrosas (Lock Out), denominado LOTOTO, en la planta Concentradora de Compañía Minera Candelaria y en la Compañía Minera Aurex Chile Ltda. Todas de propiedad de la Corporación norteamericana Phelps Dodge.
- Auditor Interno de Medioambiente, Salud y Seguridad de Minera Candelaria (ISO 14001 y OHSAS 18000).
- Auditor Corporativo de Phelps Dodge en el área de seguridad eléctrica.
- Relator de capacitación en Asociación Chilena de Seguridad, Copiapó, en tema de control de energías peligrosas (Lock Out) y riesgos eléctricos.
- Relator de capacitación en CFT Benjamín Teplinsky en temas de riesgos eléctricos y mantenimiento predictivo de sistemas eléctricos.
- Profesor Part Time del Instituto ARCOS Copiapó
- Consultorías y Asesorías en temas medioambientales, seguridad eléctrica y mantenimiento
- Expositor en Conferencia Latinoamericana de Mantenimiento Industrial, organizado por CIDES en Santiago de Chile, Mayo 2004. Tema “El Impacto Del Mantenimiento Predictivo En Motores Eléctricos



GESTION EMPRESARIAL

Servicio Integral En RRHH, Ingeniería – Construcción, Prevención De Riesgos, Medioambiente Y Gestión De Mantenimiento

- Workshop de Empresas Colaboradoras de la División Concentradora de Minera Candelaria, Centro Benjamín Teplinsky, Copiapó, Octubre 2003. Tema “Los Comités Paritarios, Una Oportunidad De Negocio Para Las Empresas Prestadoras De Servicios”
- Expositor de 1° Seminario de Residuos Eléctricos y Electrónicos en Chile, organizado por la Universidad Adolfo Ibáñez, Octubre 2004, Santiago de Chile. Tema “La Administración De Los Residuos Eléctricos Y Electrónicos En Chile”.
- Expositor en el 15° Congreso Nacional de Mantenimiento Industrial, organizado por Servic en Santiago de Chile, Diciembre 2004. Tema “La Influencia Del Nuevo Reglamento De Residuos Peligrosos En La Administración De Los Residuos Eléctricos Y Electrónicos En Chile
- Expositor en Conferencia Latinoamericana de Mantenimiento Industrial, organizado por CIDES en Santiago de Chile, Mayo 2005. Tema “La Termografía En Sistemas Eléctricos. Casos Y Costos”.
- Expositor en Jornadas Internacionales de Comités Paritarios, organizada por CORESEMIN Atacama, Copiapó, Noviembre 2005. Tema “Participación De Los Comités Paritarios En Los Procesos De Implementación OHSAS”