“Auditoria técnica de las instalaciones eléctricas industriales enfocadas en la prevención de riesgos eléctricos en la refinería de la libertad.

Autores:
Lorna Irlanda Petao León
Ginger Maribel Giler Cedeño
David Eduardo Palma Moncada
Coautor:
Director: Ing. Juan Gallo Galarza
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación
Escuela superior politécnica del litoral
Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 vía perimetral
Apartado 09 - 01 – 5863. Guayaquil, Ecuador
Emails:
lpetao@ceibo.espol.edu.ec
gmgiler@ceibo.espol.edu.ec
dpalma@ceibo.espol.edu.ec
ggallo@espo.edu.ec

Resumen

El objetivo de realizar esta auditoria es asegurar a la Refinería de La Libertad el buen estado de las instalaciones y equipos de casa de bombas 3, así como brindar seguridad a su personal que en ella labora.
En el presente trabajo se realizo un análisis de peligros y riesgos en cada una de las áreas de la refinería la libertad, tal análisis esta enfocado a lo que es puesta a tierra, ya que a simple vista la refinería muestra grandes falencias.
Como segunda parte de este estudio se realizo un análisis general de peligros y riesgo en las instalaciones de casa de bombas 3 ya que es el área central de nuestra tesis, tal análisis fue hecho aplicando el Método de evaluación de riesgos de Hazop.
Luego de la revisión y análisis de la información, basándonos en normas nacionales e internacionales presentamos las acciones requeridas para prevenir riesgos.
Palabras claves:
Riesgo ,Peligro, AOSPP, Analysis preliminar de peligros, Casa de Bombas Checklist

Abstract

The objective to make this auditory is assure to the Refinery the freedom the good performance of the installations and equipments of House of bombs 3, and according to this, give security to its employees.
In the present project we made an analysis of dangers and risks in each one of the areas of the Refinery the freedom, this analysis is focusing to grounding because the Refinery show serious problems with that.
Like a second part this study we made a general analysis of dangers and risk in the installations of House of bombs 3, central part of our thesis, this study was made using the method Hazop's risks evaluation.
After review and analysis of the information, using in national and international standards we show the actions needed to anticipate risks **.**

1. Introducción

Con motivo del creciente uso de equipos eléctricos en lugares donde la Atmósfera presenta signos de peligrosidad (debido a que el aire puede contener en suspensión elementos que produzcan mezclas inflamables o explosivas), se hizo necesario desarrollar elementos y técnicas que aseguraran su uso, sin peligro de posibles accidentes en los lugares mencionados, ni daños en las instalaciones y determinar claramente los diferentes tipos de ambientes y clasificarlos según los elementos que componen su atmósfera.

Debemos establecer un compromiso que al diseñar o colocar la instalaciones eléctricas en refinerías considere siempre que el factor humano va ha estar presente, ya sea como operario de una maquina, instalador, mantenedor de los controles eléctricos y como inspector auditor. Con estas consideraciones, se realiza este documento con las guías de cumplimiento y enfatizando que nuestro objetivo es dar seguridad a todos los vinculados con las instalaciones eléctricas en refinerías que desde ya, sabemos que son todos los seres humanos en una u otra forma y los equipos eléctricos.

Se establece los requisitos para clasificar las áreas peligrosas debido a la presencia de concentraciones de gases o vapores explosivos o combustibles, para definir los espacios en donde estas concentraciones tienen posibilidades de explotar o inflamarse, a fin de comprobar si fueron seleccionados adecuadamente la instalación y el equipo eléctrico y electrónico en la Refinería, así como dar soporte a la identificación de riesgos para designar instrucciones de seguridad durante la planeación de los trabajos de mantenimiento en las áreas peligrosas que se utilizan en sus instalaciones para extraer, procesar, transportar y almacenar sus productos.

Mencionaremos los tipos de instalaciones eléctricas específicamente en atmósferas, Revisión de Estudios de la corriente de cortocircuito, Sistemas de puestas a Tierra y pararrayos.

Clasificación de las Áreas peligrosas para sistemas eléctricos.

Conceptos y Definiciones.

¿Qué es un área peligrosa? Se define como área peligrosa a todo lugar en cuya atmósfera hay o puede haber presencia de elementos combustibles (gases, vapores, líquidos o sólidos).

Instalaciones Eléctricas en atmósferas explosivas.

Selección de equipos e instalaciones eléctricas. Para el estudio de la selección equipos e instalaciones eléctricas explosivas nos basaremos en el artículo 501 Y 505 de la norma NFPA 70 2002

Instalaciones eléctricas en áreas Clase **I.** Como medida de seguridad, deben evitarse, o al menos limitarse al mínimo, las instalaciones eléctricas en las áreas peligrosas clasificadas.

La localización de equipo eléctrico en áreas menos peligrosas o no peligrosas, reduce la cantidad de equipo especial requerido en cada caso y proporciona mayor seguridad en la operación del equipo.

Cuando por ser indispensable, que el equipo o las instalaciones eléctricas quedan localizadas dentro de las áreas peligrosas de la Clase I, División 1 ó 2, deben estar de acuerdo con lo que se especifica para cada uno de ellos en este capítulo.

División 1. En las áreas de la División 1, el equipo y las instalaciones eléctricas deben ser a prueba de explosión. Debe emplearse tubo (conduit) metálico tipo pesado, roscado y los receptáculos y clavijas de los aparatos o instrumentos deben contar con un medio para conectar el conductor de tierra del cable.

Las fuentes de ignición que provocan chispas, tales como interruptores, fusibles, contactos y relevadores de un control, deben instalarse en cajas a prueba de explosión.

2. Análisis de peligros y riesgos eléctricos en la refinería "la libertad"

La Refinería la Libertad, opera desde hace aproximadamente 50 años atrás, por lo cual buena parte de sus instalaciones de generación eléctrica son antiguas (con tecnología de hace más de 40 años), con bajos rendimientos, con condiciones operativas con varias dificultades. Debido a esto nos basaremos en la aplicación de métodos de análisis, en la utilización de checklist basados en normas de seguridad industrial aprobadas para que las distintas áreas de la refinería en funcionamiento sean consideradas seguras y aptas para su operación.

Ante tal situación vemos la necesidad de Proporcionar a la empresa auditada la posibilidad de mejorar su sistema de prevención de riesgos laborables para

alcanzar los objetivos especificados en materia de seguridad y salud. Definiendo medidas y procedimientos de prevención y protección de riesgos para evitar la ocurrencia y/o limitar las consecuencias de los accidentes.

Se desarrollaron las siguientes actividades:

Se analizó la información existente en los diagramas unifilares del sistema de distribución eléctrica de los diferentes sectores y unidades principales de la refinería.

Se realizo un análisis previo y registro de las fuentes de peligros y riesgos existentes en las instalaciones eléctricas de algunos sectores de la refinería el cual se muestra en el levantamiento fotográfico.

Mostramos un ejemplo fotográfico

En figura 3 donde se comprueba un riesgo presente:

Figura 3. Manguera de conexión no aprueba de explosión

3. Análisis de los riesgos eléctricos de la refinería de la libertad aplicando el método de HAZOP

La mayoría de las industrias a escala mundial realizan análisis de riesgos y operabilidad periódicamente en sus instalaciones. Existen numerosos métodos que han sido desarrollados con diversos propósitos en mente.

Unos son cualitativos y poco estructurados (Análisis Preliminar de Peligros) o limitados en su aplicación (Lista de Verificación o “Checklist” e Inspección de Seguridad).
En nuestro estudio nos limitaremos a emplear Operabilidad (**HAZOP**) y además ayudándonos con un Análisis Preliminar de Peligros y Listas de Verificación. En procesos industriales modernos, el análisis de riesgos del sistema eléctrico y de todos y cada uno de sus componentes es decisivo para la seguridad del proceso y para la continuidad operacional.
Para poder clasificar las zonas de análisis se realizó previamente la identificación de las áreas en riesgos en Casa de bombas
A continuación se detallan las diferentes áreas y sus funciones:
En Casa de Bombas #3 existe la línea de 13.2 KV a 60Hz de la empresa eléctrica que alimentan al transformador T5 13.2KV/208-120V 3Ø y al tablero P1 de iluminación e instalaciones eléctricas, también energizan al MCC de las bombas a través de un transformador de 13.2KV/0.48KV de 4MVA 3Ø a 60 Hz. Así mismo en caso de ocurrir una falla con la empresa eléctrica el MCC queda alimentado por el generador de 11KV a 50 Hz.
En el cuarto de control de las bombas están instalados 4 Variadores de Frecuencia siemens, Simovert Masterdrive está alimentada con una acometida aérea alimentada desde la Casa de Bombas #2 y una auxiliar de 11KV- 50 Hz ambas proveniente del generador de 4MW- 11KV ubicado en la Casa de generación. Actualmente las instalaciones en la Casa de Bombas #3 no están en operación.

En casa de bombas 3 podemos clasificar tres zonas de estudio principales

- Área de transformadores
- Centro de control de motores (MCC)
- Áreas de bombas
- Cuarto de baterías

Análisis preliminar de peligros (APP)

EL APP es un método que nos permite identificar peligros de una forma cualitativa, por lo que su mayor utilidad está en la etapa de Ingeniería Conceptual. Su uso nos permitirá detectar los peligros potenciales de origen interno y externo en la instalación de casa de bomba 3, y notificar a los diseñadores de las desviaciones encontradas en las etapas del diseño. Para poder cumplir con todos los requisitos establecidos por las normas nacionales e internacionales, hay que cuantificar el riesgo, por lo que es necesario complementar el APP.
El proceso se inicia con la identificación de un peligro, se describe la o las causas relacionadas y las consecuencias. Finalmente, se recomiendan las acciones preventivas o correctivas necesarias.
La aplicación de este método tiene las siguientes Ventajas:

- Identificación temprana de los riesgos.
- Desarrollo de guías y criterios a seguir en las etapas de diseño posteriores, que permitan eliminar o mitigar los peligros identificados.
- Requiere de poco esfuerzo por parte de los analistas.

También debemos mencionar las siguientes Desventajas

- Sus resultados son cualitativos y requieren de un proceso posterior para poder ser cuantificados.
- Es un método poco estructurado, comparado con otros métodos.
- Depende en gran medida de la experiencia de los participantes.

Metodología del estudio del método de Hazop

El procedimiento de hazop (del inglés Hazard and Operability) involucra tener una descripción y documentación completa de la instalación de la casa de bombas 3 y sistemáticamente cuestionar cada parte, para identificar que no existan posibilidades de riesgo. Una vez que estos se han identificados, haremos una evaluación para determinar si tales desviaciones y sus consecuencias pueden tener un efecto negativo en la seguridad y operación de la planta.
Si se considera necesario estableceremos acciones para remediar la situación.
La mayoría de las empresas, admiten el hecho de que para realizar un estudio para una planta, el personal de diseño, actúa bajo presión, para cumplir con los tiempos de entrega. Esta presión generalmente resulta en errores y omisiones. Un estudio de hazop, es una oportunidad para corregir estos, antes de que tales cambios se hagan demasiado caros o imposibles de llevar al cabo.
Un elemento esencial en este proceso de análisis sistemático es el uso de palabras claves las cuales usaremos para centrarnos en las desviaciones y sus posibles causas.

4. Valoración del grado de los riesgos eléctricos encontrados en refinería la libertad, aplicando método hazop.

Toda operación productiva tiene riesgos, y si bien éstos no pueden ser eliminados completamente, hay técnicas que permiten identificarlos, acotarlos y minimizarlos. Las metodologías de análisis de riesgos, conocidas generalmente como PHA (Process Hazards Análisis), se están convirtiendo rápidamente en un estándar de la industria a nivel mundial. Algunas metodologías para identificar riesgos ya han sido reconocidas en capítulos anteriores. En este capitulo una vez identificado y analizado los peligros de las instalaciones eléctricas de la casa de bombas 3, en base a los procedimientos ya mencionados continuaremos a valorizar los riesgos utilizando rangos con valores numéricos, con el fin de evaluar si un riesgo es alto, donde las medidas correctivas a tomar son casi inmediatas . Si el riesgo es medio, existe un tiempo tolerable en el cual se deberán definir las acciones correctivas a seguir. Por consiguiente si el riesgo es bajo en manos del grupo evaluador quedará el definir si vamos a despreciar o no el mismo.

Análisis de aplicación del app en las Instalaciones Eléctricas

En el siguiente formato 1 se muestra la aplicación del APP.

Formato 1.

REFINERIA LA LIBERTAD **CASA DE BOMBAS 3** **INFORME TECNICO** **FORMATO DE RIESGOS UTILIZANDO HAZOP**
GRUPO DE TRABAJO: LORNA PETAO LEON — **FECHA:** GINGER GILER CEDEÑO DAVID PALMA MONCADA — **REVISIÓN:**
Variable — **Desviación** — **Causa** — **Consecuencia**

Comparación con criterios de aceptación

El grado de riesgo mostrado en la valoración se realizo en base a los criterios de aceptación mostrados en la tabla 1.

Por lo cual, podemos decir que los riesgos encontrados merecen ser analizados inmediatamente, por lo que enfocaremos el estudio a disminuir y minimizar los riesgos encontrados en el capitulo 5.

Rango	Grado de riesgo	Apreciación
(0 - 1)	Despreciable	Riesgo aceptable
(1 - 5)	Muy bajo	1 año
(5 - 10)	Bajo	3 meses
(10 - 50)	Medio	1 mes
(50 - 100)	Alto	1 semana
(100 - 500)	Muy alto	1 día
(500 - 1000)	Extremo	Inmediato
>1000	Inaceptable	Paro de actividades

Tabla 1.

5. Mecanismos de minimización de riesgos encontrados

En la valorización de riesgos, obtuvimos la clasificación de los mismos de acuerdo a la gravedad que presentan, por consiguiente se aplicaran medidas o acciones necesarias que permitan la minimización de los riesgos.
En la aplicación de **Hazop** en las instalaciones eléctricas una vez analizadas las desviaciones y las causas podemos presentar las siguientes consecuencias.

- Paralización del proceso.
- Paralización de la Subestación.
- Electrocución.
- Arco eléctrico.
- Perforación de Aislamiento de Dispositivos de Protección.
- Daños en equipos de Medición.
- Falta de Funcionamiento del variador de Frecuencia.
- Paro de la bomba # 1De 300 Hp.
- Daño del variador Frecuencia.
- Paro de la bomba # 3 de 600 Hp.

En la aplicación del Análisis Preliminar de Peligros (APP), una vez analizados los peligros y sus causas, se encontraron las siguientes consecuencias.

- Electrocución.
- Paro de la bomba.

En las matrices del APP y del análisis de HAZOP presentaremos las acciones requeridas a tomar según normas en cada una de las desviaciones encontradas.

Análisis de los resultados obtenidos

Se puede llevar a cabo una clasificación cualitativa de las consecuencias identificadas.

- Electrocución por contacto indirecto ya que se puede generar
- una corriente eléctrica de falla a tierra.
- Perdida de iluminación.
- Perdida de vida humana.
- Quedar desenergizado todo el sistema.
- Pérdida de equipos.
- Intoxicación, asfixia.
- Quemaduras.
- Choque eléctrico.
- Fallos en dispositivos de maniobra o protección.

Para minimizar estas desviaciones nos basamos en la aplicación de los artículos de las normas NFPA 70, NFPA 70E, NOM y otras normas internacionales.

6. Conclusiones

En base a los resultados obtenidos durante el estudio de las instalaciones eléctricas podemos concluir:
El área de casa de bombas 3 mediante el estudio realizado de áreas peligrosas esta clasificada como área clase 1 división 2. Mediante el documento NRF-036-PEMEX-2003 artículo 8.1.9.2 de la norma PEMEX que

muestra los limites de tal área, podemos decir que el área peligrosa abarca hasta el cuarto de baterías, el cual ya es un área peligrosa por el hidrogeno existente, esto hace que también el cuarto de control se convierta en un área peligrosa.
En el cuarto de baterías no existe equipos a prueba de explosión, tales como iluminación ya que las lámparas existentes no son a prueba de explosión, mucho menos las instalaciones eléctricas de las mismas, debe existir equipos detectores de hidrogeno. No existe ventilación, ya que el extractor de aire esta dañado y no es aprueba de explosión.
El cuarto de control no tiene ventilación adecuada, la iluminación no es a prueba de explosión.

Aunque el equipo instalado y las instalaciones eléctricas en general están próximos a ponerse en funcionamiento no se realiza un mantenimiento periódico y programado de cada área.
A simple vista casa de bombas 3 es un área que no cuenta con señales de seguridad para las personas, talvez quienes conocen sus instalaciones puedan tomar precauciones pero alguien ajeno sería una fuente de peligro latente.
Mediante las visitas realizadas pudimos constatar que el personal operativo de casa de bombas 3 no cuenta con el equipo de protección personal requerido para tal área.

7. REFERENCIAS

[1] NFPA 70 1999
[2] NFPA 70 2002
[3] NFPA 70 2005
[4] Petróleos Mexicanos PEMEX 2003.
[5] Normas Mexicanas NOM 2002
[6]Taller de Análisis de Riesgos en Instalaciones Eléctricas Lisardo Lourido agosto 2004.
[7] ISA – The Instrumentation System And Automation Society, art 001- Marzo.
[8] Cuaderno Técnico # 158 Schneider
[9] Publicación Técnica Schneider pt 009