



PROYECTO DE FORMACIÓN DE LÍDERES PHA

Pablo Gonzalez
Pan American Energy
Buenos Aires, Argentina
pggonzalez@pan-energy.com

Matías A. Massello
Process Improvement Institute
La Plata, Argentina
mmassello@piii.com

Prepared for Presentation at
American Institute of Chemical Engineers
2020 Spring Meeting and 16th Global Congress on Process Safety
Houston, TX
March 30 – April 1, 2020

AIChE shall not be responsible for statements or opinions contained
in papers or printed in its publication

PROYECTO DE FORMACIÓN DE LÍDERES DE PHA

Autores

Pablo Gonzalez – Safety & Risk Management Leader

Pan American Energy (PAE)

e-mail: pggonzalez@pan-energy.com

Matías A. Massello – Process Safety Engineer

Process Improvement Institute, Inc. (PII)

e-mail: mmassello@piii.com

Colaboradores

William G. Bridges – President

Process Improvement Institute, Inc. (PII)

e-mail: wbridges@piii.com

Sergio Fernandez – Safety & Risk Management Manager

Pan American Energy (PAE)

e-mail: sfernandez@pan-energy.com

Keywords: Hazard Identification and Risk Analysis, Process Safety Competency and Training and Performance Assurance

Abstract

Durante la última década, Latinoamérica ha dado pasos importantes hacia la implementación total de Seguridad de Procesos. Las compañías son más maduras y conscientes de la necesidad de implementar un programa de PSM; a su vez, algunos países comenzaron a tener regulación gubernamental sobre PSM (como Perú, Chile y Colombia). Este proceso evolutivo presenta una buena oportunidad para aprender de lo que ha funcionado en otros lugares y para compartir nuestras experiencias con otros para crear un efecto sinérgico y avanzar con mayor rapidez hacia procesos más seguros.

Este paper se centra en el elemento de Identificación de Peligros y representa una continuación del paper “Actualización de Estándares de PHA” presentado en el 15th Global Congress on Process Safety (2019) el cual se focalizaba en los trabajos de Auditoria y adecuación de estándares. El presente paper comparte los pasos posteriores tomados por Pan American Energy: Capacitación y formación de Líderes internos de PHA mediante Coaching, profundizando en los desafíos en la implementación, y como superar los mismos. El objetivo principal es este proyecto fue obtener una mayor autonomía y agilizar las evaluaciones de riesgos tanto de nuevos proyectos como de escenarios más simples (como un MOC).

Introducción

La empresa

Pan American Energía es una compañía del sector de energía, en Petróleo y Gas con presencia en las cuencas del Golfo de San Jorge, Neuquina, Noroeste (NOA) y Golfo de México como operador; y en las cuencas Marina Austral y Tarija (Bolivia) como socio.

En refinación y venta de combustibles y lubricantes, con la operación de una refinería en Campana (Argentina) y una red de estaciones de servicio en Argentina, Uruguay y Paraguay.

En Energía Renovables, con el proyecto del Parque Eólico de Garayalde en Argentina dentro del Programa Renovar, con PEM durante el 2018.

En números PAE puede describirse así:

- 18% de la participación en el mercado de hidrocarburos de Argentina
- 147% de tasa de reposición de reservas durante los últimos 15 años
- 22000 personas trabajan directa o indirectamente en la compañía
- USD 15000 millones invertidos en exploración y producción de hidrocarburos entre 2001 y 2017
- 15% de participación en comercialización de combustible en Argentina
- 20% de incremento de producción de combustibles desde el 2012
- USD 1500 millones de inversión en la expansión refinería de Campana

Contexto

El Proyecto de Formación de Líderes de PHA no es una actividad aislada, sino que es una etapa más de un conjunto de proyectos realizados por PAE con el objetivo final de una mejora continua en sus Análisis de Peligros de Proceso (PHA).

Auditoría

En 2013, PAE trabajó en forma conjunta con Process Improvement Institute (PII) para realizar una evaluación de los estándares existentes de PHA/HAZOP y LOPA y de su implementación.

Los resultados de la auditoría identificaron diversas oportunidades de mejora tales como:

- Falta de análisis de los modos de operación no rutinarios
- Poca cantidad de PHAs a lo largo de las fases de un proyecto
- El criterio para la selección de Nodos no seguía las Mejores Prácticas
- La manera en que se conducían las reuniones no era eficiente
- Falta de consideración formal de los Incidentes Previos
- Dependencia exclusiva de un tercero calificado para la realización de los PHA

Estos resultados son coincidentes con las lineamientos propuestos por el CCPS (1), (2) y las recomendaciones de las investigaciones de incidentes del CSB (3).

Actualización de estándares

Producto del proceso de auditorías, objetivos establecidos y oportunidades de mejoras identificadas; se actualizó el sistema de gestión de riesgos involucrando no sólo las nuevas prácticas técnicas, sino también incluyendo los procesos a implementar y la interacción necesaria con otras áreas de la compañía, tales como ingeniería conceptual, básica y de detalle, operación y mantenimiento.

La actualización de estándares fue presentada en el 15th Global Congress on Process Safety (2019). (4).

Descripción del proyecto

Objetivo

Este proyecto tiene como fin lograr mayor autonomía y agilizar las evaluaciones de riesgos, tanto de nuevos proyectos como de escenarios más simples como un MOC. Y, a su vez, implementar la técnica en forma adecuada (siguiendo los lineamientos definidos en los nuevos estándares de PAE) y asegurar que el conocimiento sobre la evaluación de riesgos de proceso quede dentro de la compañía.

Etapas

El Proyecto de Formación de Líderes de PHA constó principalmente de tres etapas (las cuales se detallan en las secciones siguientes):

- Selección del personal a entrenar
- Capacitación
- Coaching

Selección del personal

Se decidió asignar a un grupo de ingenieros de procesos y seguridad de procesos (16 en total) a realizar el entrenamiento de Liderazgo de PHA.

Algunos de los criterios utilizados para la selección del personal a entrenar fueron:

- Ingenieros de Procesos e Ingenieros de Seguridad de Procesos
- Mínimo de 5 años de experiencia Operativa y conocimiento de los procesos de producción
- Participación previa de evaluaciones de riesgo
- Conocimiento de los procesos de gestión de la compañía

Capacitación

El entrenamiento de Liderazgo de PHA tuvo como eje tres temas principales:

- **Capacitación para rol de Escriba y Líder de PHA/HAZOP** (Duración: 5 días): Esta capacitación hizo foco en la adquisición de habilidades y conocimiento de las técnicas de evaluación de riesgos (HAZOP, What if, Checklists), e identificación de escenarios con consecuencias de interés.

El entrenamiento consistió en la explicación de metodologías y reglas de conceptos teóricos de evaluación de riesgos, y ensayo práctico de casos propios de PAE. Para la parte práctica se trabajó en grupos reducidos realizando actividades de definición de nodos de estudio, identificación de

escenarios con consecuencias de interés y criterios de tolerabilidad, aplicación de desviaciones, documentación de escenarios y presentación de resultados.

- **Entrenamiento en LOPA como complemento de PHA/HAZOP** (Duración: 2 días): Esta unidad consistió en la explicación de la técnica de evaluación semi cuantitativa, factores que la afectan, utilización de modificadores, valores de probabilidad usuales de la industria, y criterios de independencia de capas de protección.

A nivel práctico se realizaron ejercicios de evaluación de escenarios y estimación de probabilidad de ocurrencia, y determinación del RRF bajo límite de tolerabilidad de PAE. Documentación y presentación de resultados.

- **Entrenamiento específico de PHA para procesos de Gestión del Cambio** (Duración: 3 días): En esta etapa se realizó una revisión general del elemento de Gestión de Cambio y su aplicabilidad, las adaptaciones de las técnicas de evaluaciones de riesgo habituales (What if, Checklists) para la evaluación de riesgos de un MOC.

A nivel práctico se trabajó en grupos reducidos realizando actividades de aplicación y selección de la técnica, identificación de escenarios con consecuencias de interés y criterios de tolerabilidad, aplicación de desviaciones, documentación de escenarios y presentación de resultados.

Segunda etapa: Coaching

Si bien el entrenamiento inicial brinda el conocimiento necesario, se debe trabajar con mayor profundidad la competencia de las personas a la hora de llevar dichos conocimientos a la práctica; es por esto que se diseñó un plan de coaching orientado a que luego de varias horas de práctica los estudiantes puedan comenzar a ejecutar los PHA por sí mismos, de manera adecuada, y asegurando la calidad de los mismos.

Plan de coaching

Selección de los PHA

El paso inicial para poder diagramar el plan de coaching fue definir qué PHAs se utilizarían para realizar la capacitación. La Gerencia de Seguridad de Procesos corporativo definió comenzar la aplicación del coaching en la Refinería de Campana debido a los siguientes motivos:

- Revalidación de PHAs de Refinería (antigüedad de instalaciones y PHA previo)
- Mayor complejidad en el proceso y unidades a evaluar
- Oportunidad de actualizar PSI
- Alinear proceso estándar corporativo de evaluación de riesgos posterior a la compra de Axion Energy por parte de PAE

Se definieron las siguientes 4 unidades junto con el personal de Operaciones, basándose principalmente en la complejidad del proceso, antigüedad del último PHA realizado, y cantidad de cambios realizados sobre la unidad.

- Gasolina (GA)
- Cracking catalítico Fluidizado (FCCU)

- Nueva Unidad de Tratamiento (NUT)
- Destilación atmosférica/vacío (APS/VPS)

Cronograma

Una vez definidos los PHAs a realizar, se estableció el cronograma para realizarlos (Tabla 1). El aspecto más importante de esta etapa fue la subdivisión de los 4 PHAs en dos fases: Una etapa de Observación y una etapa de Práctica. Para la etapa de observación se evaluaron las unidades de mayor complejidad siendo lideradas por PII, asistiendo los Estudiantes de PAE solo como observadores. Las dos unidades restantes (de menor complejidad) fueron lideradas por los Estudiantes de PAE bajo la supervisión de PII.

Tabla 1. Resumen del cronograma

Etapa	Unidad	Complejidad	Duración estimada	Liderazgo/Documentación
Observación	Gasolina	Media	10 días	PII
	FCCU	Alta	15 días	PII
Práctica	NUT	Baja	10 días	PAE
	APS/VPS	Media/Alta	10 días	PAE

En todos los casos se previó principalmente la metodología de HAZOP para el modo continuo de operación, y la metodología What-if para la evaluación de procedimientos operativos relacionados a modos no continuos de operación y para sistemas continuos de poca complejidad. También se asignó tiempo para realizar dos Listas de verificación (Checklists) generales para abordar cuestiones asociadas a Factores Humanos y Layout de las unidades. Posteriormente se aplicó la técnica LOPA en aquellos escenarios que se identificó su necesidad.

Etapa de observación

La primera etapa del coaching a los futuros Líderes de PHA constó en la realización del ejercicio con el liderazgo de PII y la observación de la realización de un PHA por parte de los estudiantes de PAE; siguiendo las Mejores Prácticas (que actualmente están reflejadas en los Nuevos estándares de PHA de PAE). Las actividades principales de la primera etapa fueron:

Preparación de la evaluación de riesgos

La etapa de Preparación de ambos PHA (GA y FCCU) fue realizada principalmente por PII. PII realizó la marcación de los Nodos/Secciones en los P&IDs y cargó toda la información necesaria en el software de PHA. Por su parte, PAE fue el encargado de enviar la información actualizada necesaria a PII (PFDs, P&IDs y Descripción del proceso) y de garantizar la disponibilidad de otra información actualizada de interés durante la reunión (Hoja de datos de equipos/bombas/válvulas de seguridad, SDS, funciones de seguridad, etc.). Cabe mencionar que la actualización de la documentación necesaria para la ejecución del ejercicio fue realizada por las diferentes especialidades de la compañía en un lapso de alrededor de 2 meses previos al PHA.

Sumado a esas tareas habituales de preparación de cualquier PHA se realizaron actividades como parte de la capacitación de los aspirantes a Líder/Escriba de PHA. Para el primer PHA (GA), cada uno de los Estudiantes recibió los P&IDs, PFDs y Descripciones de proceso. La tarea asignada fue la de definir los primeros 5-10 Nodos, marcarlos en los P&IDs y nombrarlos siguiendo las Mejores Prácticas. Los resultados de la tarea fueron enviados para recibir comentarios/sugerencias. Para la preparación del segundo PHA (FCCU) se realizó una tarea similar, pero de manera presencial. Los Estudiantes de PAE revisaron de manera conjunta la documentación y definieron los primeros 5-10 Nodos con supervisión de PII. Aprovechando la ocasión también para resolver dudas e inquietudes que resultaron de la realización del primer PHA.

Reunión y realización de PHA

Los dos primeros PHA (GA y FCCU) fueron liderados por personal de PII a fin de que los Estudiantes pudieran presenciar un PHA llevado a cabo con los nuevos lineamientos establecidos.

La composición del equipo fue la típica para este tipo de PHAs, pero con la presencia agregada de los aspirantes a Líderes/Escriba de PHA. Debido a la gran cantidad de personas en la sala de reunión fue fundamental tener los roles de cada participante bien definidos:

- **Especialistas (PAE)** – Los representantes seleccionados de Procesos, Operaciones, Mantenimiento, Integridad Mecánica y Seguridad de Procesos fueron quienes participaron en la discusión de los escenarios (Causas, consecuencias, salvaguardas y recomendaciones).
- **Estudiantes (PAE)** – Los Estudiantes tenían como rol principal aprender cómo realizar los PHA; razón por la cual no formaban parte del equipo de PHA y no tenían potestad para participar de la discusión de los escenarios. Cualquier duda o consulta hacia el Líder/Escriba debió ser realizada fuera de la reunión de PHA (durante los recesos, o antes de comenzar o después de finalizar e PHA). Sin embargo, tuvieron una participación más activa aprendiendo el rol de Escriba: Por turnos, los estudiantes se ubicaron en una computadora al lado del Escriba (PII) intentando registrar, también, la discusión (sólo con fines prácticos; la copia oficial fue la registrada por PII). Así, los Estudiantes se fueron familiarizando con el uso del software, la manera en qué se documenta la discusión y ganando agilidad para documentar la discusión sin generar contratiempos a la fluidez de la misma. A su vez, la pantalla del Escriba (PII) era duplicada en un monitor ubicado en el sector donde se encontraban los demás Estudiantes.
- **Líder PHA (PII)** – El rol principal del Líder fue el habitual: liderar la reunión, manejar los tiempos para cumplir con la agenda pautada, fomentar la participación de todos los miembros del equipo, etc. Sin embargo, en estos dos PHAs también aportó sugerencias para los Estudiantes en algunas situaciones de interés particular y a su vez, estuvo disponible para las consultas de los Estudiantes fuera de la reunión.
- **Escriba PHA (PII)** – El rol principal del Escriba fue el de registrar la discusión del equipo en el software de PHA y supervisar lo realizado por el Escriba (PAE) de turno ubicado a su lado.

Cada PHA implicó jornadas de lunes a viernes con una duración de 8 horas netas de trabajo, y recesos de 15 minutos para descansos, y una hora para almuerzo.

Reporte final

El informe de los PHAs (GA y FCCU) estuvo a cargo de PII. De manera habitual PII elaboró los borradores de los informes y fueron enviados a PAE para realizar comentarios. PAE circuló los informes no solo a las personas de las responsables de la operación y mantenimiento de las unidades de GA y FCCU correspondientes, sino que también a los Estudiantes para que vean y realicen sus comentarios (para estos últimos más asociados a la forma en la que se presenta la información que al contenido técnico en sí).

Una vez recibidos y resueltos los comentarios, PII emitió los informes finales de PHA.

Etapa de práctica

Selección del Líder y Escriba

En función de lo observado durante los 2 primeros PHAs realizados, PAE y PII seleccionaron en conjunto a 2 Estudiantes para tomar los roles de Escriba y Líder de los PHAs posteriores. La selección estuvo basada en el grado de participación mostrado, la calidad de las consultas realizadas, las cualidades para manejo de equipos de trabajo y resolución de conflictos, habilidades de manejo del software de PHA, y agilidad para la identificación de escenarios con consecuencias de interés.

Reunión y realización de PHA

La realización del PHA fue prácticamente idéntica a la descrita anteriormente en la fase de Observación. El principal cambio en esta etapa estuvo en los roles y responsabilidades de los Líderes y Escribas tanto de PAE como de PII.

- **Líder y Escriba (PAE)** – Asumieron la responsabilidad de liderar y documentar el PHA, así como también de cumplir con los plazos estipulados y emitir el informe.
- **Líder/Coach (PII)** – El Líder de los PHA previos (GA y FCCU) tomó un rol de supervisor/coach. No tuvo participación activa durante la discusión de los escenarios propiamente dicha. Se limitó a intervenciones concretas para colaborar con el Líder (PAE) y a su vez a dar feedback y sugerencias al Líder (PAE) fuera de las reuniones.
- **Escriba/Coach (PII)** – El Escriba (PII) tuvo la responsabilidad de supervisar lo documentado por el Escriba (PAE) y dar soporte sobre el uso del software utilizado.

Desafíos durante la ejecución

A partir de la toma de los roles de Líder de PHA y Escriba por parte de los estudiantes de PAE se identificaron los siguientes desafíos, los cuales fueron monitoreados y evaluados en conjunto entre PAE y PII al finalizar las actividades.

- Aplicación de la nueva técnica de evaluación (desvío por desvío), la cual no era conocida por la refinería y difería respecto a la metodología llevada hasta entonces.
- Mantener la atención de los equipos de trabajo.
- Lograr el cumplimiento del cronograma y los plazos pautados.

- Superar los inconvenientes presentados por la calidad de la información utilizada/disponible.
- Redactar recomendaciones concretas y entendibles por la organización.
- Registrar la mayor cantidad de detalles durante los ejercicios.

Resultados

El primer PHA Liderado y documentado por los estudiantes de PAE fue en de la unidad NUT (Tabla 1).

En la actividad de preparación de material previo al PHA se pudo evidenciar por parte de los Estudiantes una rápida identificación y demarcación de los nodos de estudio, como también la correcta carga preliminar en el software de los escenarios a evaluar, los que posteriormente no sufrieron modificaciones de consideración durante el ejercicio. Esto permitió que durante el PHA se agilicen los tiempos de tipeo del escriba y focalice la redacción de las recomendaciones y comentarios de cada desviación evaluada con mayor precisión.

También con el correr de los PHAs se logró una mejor participación de las áreas de soporte, como por ejemplo Mantenimiento y Control de procesos, quienes contribuyeron de manera más veloz con la información requerida.

Durante la realización del PHA de la unidad NUT se pudo observar una mejora en la velocidad de aplicación de la técnica y en la cantidad de nodos evaluados con el correr de los días (Figura 1).

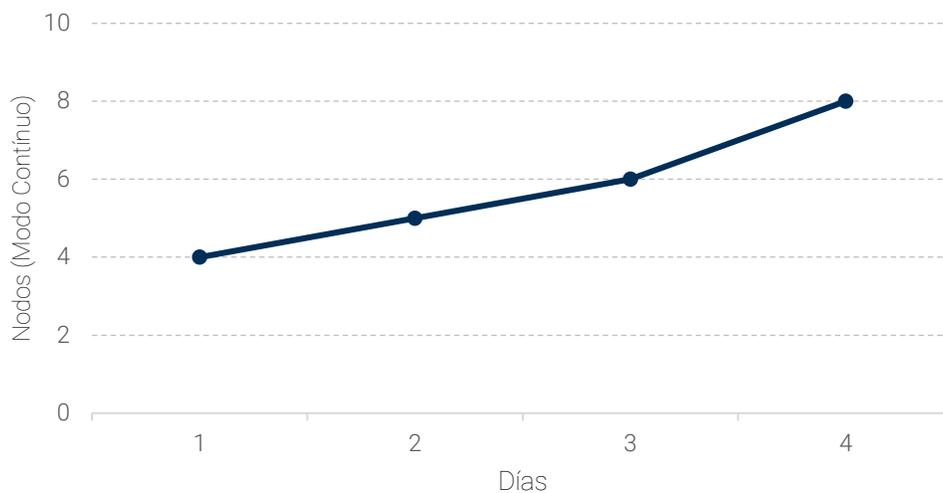


Figura 1. Evolución de la velocidad de la reunión¹

El reporte del ejercicio en esta oportunidad fue confeccionado por los Estudiantes de PAE, y enviado posteriormente a PII para su revisión y comentarios.

¹ La Figura sólo muestra los días dedicados al análisis de Nodos del Modo Continuo de operación (sin incluir el tiempo dedicado posteriormente a los Procedimientos Operativos y Checklists). En la Tabla 1Figura 1, se muestra que se habían estimado 10 días de

En lo referido a los desafíos planteados anteriormente se pudo llevar a cabo sin inconvenientes la aplicación de la nueva técnica de evaluación, la cual fue bien recibida no solo por los Estudiantes, sino también fácilmente comprendida por las especialidades que participaron de la actividad.

Los estudiantes pudieron consolidar conceptos teóricos y prácticos de las técnicas de evaluación de riesgos, liderar el ejercicio, documentar el mismo en la herramienta de evaluación, y redactar el reporte final y sus recomendaciones.

También la actividad pudo llevarse a cabo en el plazo previsto para la evaluación de los modos continuos de operación, y parcialmente en los modos no continuos de operación debido a falencias en la redacción de los procedimientos. Esto último resultó en un hallazgo de interés para la compañía lo cual fue sugerido como un área de trabajo en el futuro de corto plazo.

Adicionalmente durante las actividades de PHA se pudieron identificar áreas de potencial mejora como ser: la gestión de Car Seal, LOTO, aplicación de planes de mantenimiento, y actualización de documentos técnicos en general.

Camino a seguir

Para el mes de abril de 2020 se realizará el PHA correspondiente a la unidad APS/VPS bajo la misma modalidad de Liderazgo y documentación por PAE.

Una vez finalizada la realización de los PHA programados PAE solicitará los resultados a PII de lo observado durante esta fase de formación de Líderes y Escribas de PHA, y los resultados de la evaluación del desempeño de los estudiantes y las oportunidades de mejora que se pudieran detectar durante los ejercicios.

PAE continuará con la realización de la evaluación de riesgos de otras unidades de la Refinería y abarcará la evaluación de revalidaciones de riesgo de instalaciones del Upstream con los recursos propios surgidos de este programa de capacitación.

A raíz de la actividad de PHA realizada se identificó la necesidad de trabajar sobre el área de gestión de procedimientos. PAE establecerá un plan similar al desarrollado en el plan de formación de líderes de PHA, relacionado a la redacción y evaluación de riesgos de procedimientos.

Conclusiones

Las actividades realizadas dentro del Proyecto de formación de Líderes de PHA fueron de extremo valor para PAE.

A lo largo de las diferentes etapas se pudo desarrollar el conocimiento de la nueva técnica de evaluación para PAE, e identificar personal con competencias para tomar roles de Líderes y Escriba de PHA. Así mismo se logró homogeneizar sin inconvenientes un criterio de evaluación de riesgos

reuniones inicialmente. Sin embargo, durante la estimación se cometió un error al incluir equipos que estaban fuera del alcance de la unidad o Fuera de Servicio.

común entre los sectores participantes del PHA, estableciendo rápidamente escenarios con consecuencias de interés sobre los cuales trabajar.

Finalmente, los reportes y las recomendaciones surgidas de las evaluaciones tuvieron mejor grado de detalle para su posterior implementación.

Adicionalmente al trabajo de formación de líderes de PHA se pudo identificar puntos de mejora en diferentes áreas de trabajo de la compañía como, por ejemplo:

- Establecer competencias técnicas relacionadas a Seguridad de Procesos del personal, y de evaluación de estas.
- Prever rotación de personal. Estudiar planes de sucesión.
- Mejorar procesos de gestión documental y de gestión de procedimientos.

Acrónimos

APS/VPS: Destilación atmosférica/vacío (Unidad de procesos de Refinería AXION Campana)

CCPS: *Center for Chemical Process Safety*

FCCU: Cracking catalítico fluidizado (Unidad de procesos de Refinería AXION Campana)

FMEA: Análisis de Modos de Falla y Efectos (*Failure Mode and Effects Analysis*)

GA: Gasolina (Unidad de procesos de Refinería AXION Campana)

HAZOP: Estudio de peligros y operatividad (*Hazard and Operability study*)

IPL: Capa de protección independiente (*Independent Protection Layer*)

MOC: Manejo del cambio (*Management Of Change*)

NUT: Nueva unidad de tratamiento (Unidad de procesos de Refinería AXION Campana)

P&ID: Diagrama de cañerías e instrumentos (*Piping and Instrumentation Diagram*)

PAE: *Pan American Energy*

PFD: Diagrama de flujo de proceso (*Process Flow Diagram*)

PHA: Análisis de Peligros de Procesos (*Process Hazard Analysis*)

PII: *Process Improvement Institute*

PSM: Gestión de Seguridad de Procesos (*Process Safety Management*)

SOP: Procedimiento operativo estándar (*Standard Operating Procedure*)

Referencias

1. **CCPS/AIChE.** *Guidelines for hazard evaluation procedures.* 2008.
2. —. *Layers of protection analysis: Simplified process risk assessment.* 2001.

3. **CSB.** Completed Investigations. [Online] www.csb.gov/investigations/completed-investigations.
4. **Fernandez, Sergio and Massello, Matias.** Actualización de estándares de PHA. New Orleans : 15th Global Congress on Process Safety, 2019.