



Los retos de seguridad de las energías alternativas:

¿Estamos preparados para gestionar **los riesgos** del **hidrógeno verde**?

Dr. Jesús Ceballos, Director de Proyectos de Seguridad de Procesos;
Michael D. Snyder, PE, CSP, CFEI, CFPS Vicepresidente de Gestión de Riesgos Operacionales de DEKRA Norteamérica;
Dr. Arturo Trujillo Vicepresidente, Grupo de Servicios de Seguridad de Procesos;
Elpidio Maldonado, Ingeniero Civil

DEKRA On the safe side.

Artículo Técnico DEKRA Advisory and Training

Gestión de la seguridad en la industria del Hidrógeno Verde

Como contrapartida a sus propiedades medioambientales favorables, el hidrógeno plantea bastantes retos en términos de seguridad. Dadas sus propiedades, es esencial abordar el riesgo de explosión del hidrógeno adoptando las medidas adecuadas, como equipos aptos para su uso en atmósferas clasificadas con presencia de hidrógeno, ventilación, etc. El hidrógeno requiere instalaciones y materiales bastante particulares, así como programas de gestión de activos muy estrictos. De hecho, se necesitan conocimientos especializados para garantizar que el diseño de los equipos, la mitigación y los sistemas administrativos que respaldan los procesos en los que interviene el hidrógeno son adecuados para los riesgos presentes.

Cualquier instalación que utilice o produzca hidrógeno, incluso como subproducto, debe tener en cuenta determinados escenarios y factores a la hora de llevar a cabo un análisis de peligros o un procedimiento

similar. Entre ellos se incluyen los problemas de reactividad química y la posibilidad de reacciones incontroladas, los problemas de integridad mecánica y el riesgo de ataque por hidrógeno a alta temperatura (HTHA), y los factores de riesgo humano derivados a menudo de la falta de concienciación sobre los peligros.

Las instalaciones industriales que generan, procesan y almacenan hidrógeno implican un cierto nivel de riesgo para las personas, el medio ambiente y los activos. Por ello, es importante disponer de mecanismos de seguridad suficientes, así como de una gestión de riesgos adecuada, para prevenir catástrofes y minimizar sus posibles consecuencias.

Dado el particular perfil de riesgo del hidrógeno, las medidas de seguridad deben ir mucho más allá del mero cumplimiento de las obligaciones legales, la normativa industrial, los reglamentos técnicos o las normas de diseño. Exige el uso experimentado de herramientas avanzadas de identificación, evaluación y gestión de riesgos, como apoyo a la administración y la toma de decisiones.




En las instalaciones de hidrógeno, como en cualquier otra parte, la **seguridad de proceso** es parte integrante y debe tenerse en cuenta:

- > Diseño, ingeniería y construcción de instalaciones
- > Evaluación de riesgos
- > Control y seguimiento del proceso
- > Procedimientos de funcionamiento estable en instalaciones adecuadas
- > Procedimientos de parada y puesta en marcha
- > Gestión de cambios
- > Revisión previa a la puesta en marcha
- > Gestión de contratistas
- > Formación del personal
- > Comunicación en toda la organización

Dos facetas de la gestión de riesgos en la industria son la seguridad en el diseño y la seguridad en las operaciones.

Seguridad en el diseño

En la fase de diseño e ingeniería (conceptual, básica y de detalle), las plantas deben diseñarse con la seguridad inherente como objetivo, para minimizar los riesgos internos y externos. Por ejemplo, la gestión de inventarios y el espaciado de las instalaciones es un aspecto del diseño seguro. Aunque las instalaciones se diseñan con sistemas que eviten incendios y explosiones, la instalación debe diseñarse asumiendo que puede producirse una ignición para ayudar a minimizar el impacto de los incendios y explosiones primarios y secundarios. Los inventarios de hidrógeno a granel deben ubicarse teniendo en cuenta los edificios y unidades circundantes de la instalación para ayudar a limitar el riesgo para la instalación circundante y el personal.



Toda operación industrial conlleva riesgos. Aunque éstos en muchos casos no pueden ser eliminados completamente, existen técnicas que permiten identificar peligros y problemas operacionales y la evaluación del nivel de riesgo involucrado, de tal forma de determinar medidas de control y mitigación; por lo que se cuenta con una gama de estudios que según normas internacionales (API, OSHA, AIChE - CCPS, NFPA), se recomiendan ejecutar en las fases de un proyecto e inclusive en la etapa operacional: APP, HazId, HazOp, LOPA, SIL, QRA, ATEX, FMECA, entre otros. A continuación, se explica brevemente el proceso de algunos de ellos:

Fases de Visualización / Conceptualización

Análisis Preliminar de Peligros (APP)

Es un estudio de tipo cualitativo, el que permite la identificación de los escenarios potenciales de mayores consecuencias, a causa de los materiales, equipos que impliquen una liberación incontrolada de energía y/o productos tóxicos y ubicación de la planta para establecer medidas preliminares de reducción del riesgo, las cuales deberán ser consideradas en las siguientes fases del proyecto.

Cálculo Preliminar de Consecuencias (CPC)

Es un estudio cuantitativo basado en modelos matemáticos para la estimación de consecuencias que permiten predecir zonas de peligros resultantes de la fuga o emisión de productos peligrosos en áreas de procesos. Tal estudio permite determinar una serie de medidas a tomar para la separación segura de equipos dentro de una instalación, evitar escalación de eventos no deseados, la ubicación segura de edificios administrativos, entre otros.

Fases de Definición e Implantación

¿Qué pasa si? (What if?)

Es un estudio de tipo cualitativo de análisis crítico y sistemático del diseño de una instalación, realizado con la finalidad de identificar las causas potenciales de riesgos, problemas operacionales y accidentes.

Como ejemplo de las preguntas que se usan en el estudio se muestran las siguientes:

- > Falla de equipos: ¿Qué ocurriría si fallara una caldera? ¿Y si no se activa el sistema de emergencia?
- > Falla de Protecciones: ¿Qué ocurriría si se cierra la válvula? ¿Y si no funciona la válvula de alivio de presión?

Análisis Funcional de Operabilidad (HazOp)

Es un estudio cualitativo crítico y sistemático basado en la premisa de que los riesgos, los accidentes o los problemas de operabilidad en una instalación, se producen como consecuencia de una desviación de las variables de proceso con respecto a los parámetros normales de operación. Este estudio puede ser aplicado a instalaciones existentes, modificaciones de instalaciones existentes o a nuevos proyectos.

Se detectan las desviaciones, sus causas y consecuencias y se analizan los sistemas de protección. Posteriormente, se determina el riesgo y su jerarquización, basado en las variables de Probabilidad / Frecuencia de Ocurrencia del Evento y a la Severidad de los Daños o Consecuencias, utilizándose para ello una Matriz de Clasificación de Riesgos y, finalmente se emiten las acciones correctivas o recomendaciones que puedan implementarse, indicándose asimismo el responsable por su ejecución.

Análisis Cuantitativo de Riesgos (ACR)

El ACR es una técnica cuantitativa, sistemática, estructurada, basada en la evaluación de los riesgos individuales (a operadores y terceros) y social de la instalación de manera de ser comparado con los criterios de tolerancia de riesgos. Este estudio también tiene el propósito de determinar la Zona de

Máxima Seguridad (ZMS) y el tipo de edificaciones y su ubicación, de acuerdo a lo establecido en las normas. En este estudio se identifican los peligros, se seleccionan los escenarios (por fugas / emisiones de productos peligrosos), se estiman la frecuencia de fallas, eventos y sus consecuencias, se evalúa el riesgo y se compara con los niveles de tolerancia (tolerable, reducible e intolerable), se emiten las recomendaciones en donde se indican las medidas de reducción del riesgo y por último se efectúa un análisis costo - beneficio - riesgo de ser necesario.

Nivel de Integridad de Seguridad (SIL) de un Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS)

El Nivel de Integridad de Seguridad (SIL) de un Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS) es el nivel discreto (de SIL1 a SIL4), el que involucra la probabilidad media de que un Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS) desarrolle las Funciones Instrumentadas de Seguridad (SIFs) requeridas, bajo las condiciones establecidas dentro de un periodo de tiempo establecido.

Igualmente, DEKRA ofrece servicios de:

Gestión de riesgos de proceso

- > Programas de mejora de la gestión de la seguridad de procesos (PSM).
- > Programas de inspección basada en el riesgo (RBI).
- > Planes de emergencia.

Seguridad de reacciones químicas

- > Identificación y evaluación de riesgos en reacciones químicas.
- > Desarrollo y optimización de procesos químicos.
- > Dimensionamiento de venteos de emergencia.

Seguridad organizacional

- > Desarrollo de estrategia y cultura de seguridad.
- > Desarrollo del talento y liderazgo en seguridad.
- > Programas de seguridad basada en el comportamiento.

Seguridad en las operaciones

Los sistemas de gestión de seguridad de procesos que garantizan el correcto funcionamiento de los activos son esenciales. Los pilares fundamentales de un sistema de este tipo son:

- > Compromiso con la seguridad en todos los niveles de la organización, desde la dirección hasta los trabajadores.

- > Comprensión de los riesgos y peligros derivados del proceso de producción de hidrógeno.
- > Herramientas de gestión de riesgos para facilitar la supervisión de los procesos, así como disponer de mecanismos de seguridad fiables.
- > La capacidad de aprender de la experiencia traduciendo las lecciones aprendidas en mejoras.

Además, la gestión de las fuentes de ignición mediante la conexión a tierra y la garantía de que los dispositivos eléctricos cumplen los requisitos aplicables de clasificación de zonas peligrosas es básica para la seguridad del hidrógeno en las operaciones, al igual que los sistemas de detección de fugas y llamas.

Por último, las evaluaciones del factor humano pueden colmar lagunas en la concienciación sobre los peligros y proporcionar orientación paso a paso para llevar a cabo las tareas. Para que la seguridad de los procesos tenga éxito, debe ser algo más que un sistema de gestión: debe ser un componente fundamental de la cultura de una organización. DEKRA ha creado una solución para fomentar una cultura positiva de seguridad de procesos con el fin de proteger a las personas, el medio ambiente y los activos.

Diagnóstico de la seguridad de procesos organizativos (OPS)

Los aspectos técnicos de la prevención de riesgos son importantes, pero no pueden aplicarse eficazmente sin desarrollar la competencia organizativa, la cultura y los sistemas de gestión. Las instalaciones que mejor gestionan sus riesgos reconocen la importancia de desarrollar procesos de trabajo y sistemas de gestión sólidos en sus instalaciones. El Centro para la Seguridad de los Procesos Químicos (CCPS) ofrece recursos complementarios para implantar un programa de seguridad de procesos basado en el riesgo que puede ampliarse en función de la complejidad del proceso y de la organización que gestiona el riesgo. Se diferencia de otros requisitos legales en que introduce un conjunto de sistemas de gestión además de componentes de cultura organizativa y desarrollo de competencias.

DEKRA ofrece una solución de evaluación de la seguridad de los procesos organizativos que puede utilizarse para identificar puntos ciegos operativos, comparar el sistema de gestión y la cultura con las mejores prácticas y ayudar a desarrollar una hoja de ruta para la mejora continua.

El programa de seguridad de procesos basado en el riesgo

te ayuda:

- 1.** Fomentar la competencia y el desarrollo de habilidades de todo el personal, incluidos los trabajadores de primera línea, sus supervisores y el personal de apoyo técnico
- 2.** Crear una cultura sólida en el personal, de forma que sea consciente de las propiedades explosivas del hidrógeno y esté dispuesta a detener el trabajo si las condiciones parecen inseguras
- 3.** Implantar sistemas de gestión sólidos que establezcan una base técnica de seguridad, identificación de peligros y evaluaciones de riesgos, prácticas de trabajo seguras, procedimientos de emergencia, excelencia operativa en torno a los procedimientos y un programa sólido de integridad de los activos.



Conclusiones y recomendaciones

El hidrógeno verde es un vector energético que puede contribuir a la descarbonización del planeta. Con tanto en juego, su desarrollo debe ir acompañado de los más altos niveles de seguridad en el diseño y la ingeniería, así como en la operación y el mantenimiento.

El punto de partida es la presencia de personal informado, competente y preparado para afrontar los retos de la seguridad de los procesos de las plantas de hidrógeno. En segundo lugar, es clave el uso de herramientas avanzadas para la identificación, evaluación y gestión de riesgos.

Éstas permiten seleccionar las tecnologías y materiales adecuados para la construcción de la instalación y supervisar y analizar los riesgos durante las operaciones. Entre ellas se incluyen HAZID, HAZOP, SIL, LOPA, QRA, BRA y FERA, entre otras. Por último, un sistema de gestión de la seguridad de los procesos (PSM), como el DEKRA Organizational Process Safety, ayuda a prevenir eventos adversos.

¿Quieres más información? ¡Contacta con nuestros expertos!

Dr. Jesús Ceballos

Jesús Ceballos es ingeniero químico con un máster en ingeniería de procesos y un doctorado en ingeniería. Trabaja como Jefe de Proyecto de Gestión de Seguridad de Procesos en DEKRA Chile.

Elpidio Maldonado

Ingeniero Civil con estudios de postgrado en Ingeniería de Ambiente, Higiene Ocupacional y Seguridad Industrial, con más de 20 años de experiencia en Gerencia HSE y en coordinación de estudios de Process Safety en Proyectos de Oil / Gas.

Michael D. Snyder

Michael D. Snyder, PE, CSP, CFEI, CFPS es el Vicepresidente de Gestión de Riesgos Operativos de DEKRA Norteamérica y asesor en ensayos de seguridad de procesos químicos y servicios de consultoría. Anteriormente fue Director Global de Seguridad y Prevención de Pérdidas de Dow Corning Corp, responsable de dirigir los programas de seguridad laboral y de procesos de la empresa. Actualmente forma parte de la Junta Directiva del Center for Chemical Process Safety (CCPS) y ha sido miembro del Consejo de Normas de la National Fire Protection Association (NFPA).

Dr. Arturo Trujillo

El Dr. Arturo Trujillo es Vicepresidente de la División de Servicios de Consultoría y Formación, Grupo de Servicios de Seguridad de Procesos de DEKRA. Sus principales áreas de especialización son diversos tipos de análisis de peligros de procesos (HAZOP, What-if, HAZID), análisis de consecuencias y análisis cuantitativo de riesgos. Ha participado en numerosos proyectos durante los últimos 35 años, especialmente en los sectores del petróleo y el gas, la energía, los productos químicos y la industria farmacéutica.

Process Safety Advisory and Training Services

DEKRA Organizational and Process Safety es una empresa de consultoría en cambio de comportamiento y seguridad de procesos. Trabajando en colaboración con nuestros clientes, nuestro enfoque consiste en evaluar la seguridad de los procesos e influir en la cultura de la seguridad con el objetivo de marcar la diferencia.

En cuanto al cambio de comportamiento, proporcionamos las habilidades, los métodos y la motivación para cambiar las actitudes de liderazgo, los comportamientos y la toma de decisiones entre los empleados. Nuestro objetivo es ayudar a nuestros clientes a crear una cultura de la atención y una mejora sostenible y cuantificable de los resultados en materia de seguridad. La amplitud y profundidad de nuestra experiencia en seguridad de procesos nos convierte en especialistas reconocidos en todo el mundo y en asesores de confianza. Ayudamos a nuestros clientes a comprender y evaluar sus riesgos, y trabajamos juntos para desarrollar soluciones pragmáticas. Nuestro enfoque práctico y de valor añadido integra la gestión especializada de la seguridad de procesos, la ingeniería y los ensayos. Tratamos de educar y aumentar la competencia del cliente para proporcionar una mejora sostenible del rendimiento. En colaboración con nuestros clientes, combinamos la experiencia técnica con la pasión por la preservación de la vida, la reducción de daños y la protección de activos.

Somos una unidad de servicios de DEKRA SE, líder mundial en seguridad desde 1925, con más de 45.000 empleados en 60 países y cinco continentes. Como parte de la principal organización mundial de expertos DEKRA, somos el socio global para un mundo seguro.

Tenemos oficinas en Norteamérica, Europa y Asia.

Para más información, visita <https://www.dekra.es/es/seguridad-de-procesos/>

To contact us: <https://www.dekra.es/es/formulario-contacto/>