



Manejo integral de riesgo con tecnología de punta

Por **Veronica Turner** (Honeywell Process Solutions)

Este trabajo resultó seleccionado del 5º Congreso Latinoamericano y 7º Nacional de Seguridad, Salud Ocupacional y Ambiente en la industria del petróleo y del gas, realizado por el IAPG en 2023.

La digitalización y sistemas predictivos revolucionan la seguridad industrial, optimizando recursos, garantizando la eficiencia operativa y protegiendo a trabajadores y entornos.

El camino a la digitalización tiene variaciones de negocio en negocio; sin embargo, la presión del entorno tiene un común denominador y ha forzado la discusión alrededor de cómo:

- Mantener una operación con soporte remoto
- Obtener información en tiempo real o casi real que habilite la toma de decisiones
- Balancear los riesgos sin castigar la productividad de las compañías
- Incorporar nuevas tecnologías que de manera proactiva permitan el monitoreo de indicadores claves de seguridad
- Manejar flujo de trabajadores, operando en paralelo la integridad de los sitios industriales

Introducción

El manejo integral del riesgo industrial con tecnología de punta cubre la implementación de herramientas tecnológicas avanzadas para prevenir, mitigar, controlar y responder a situaciones de riesgo en el ámbito industrial. Estas tecnologías pueden incluir, sin ser limitadas, a sistemas de monitoreo en tiempo real o casi real, análisis de datos, modelización y simulación de escenarios, entre otros.

La tecnología de punta permite una gestión más efectiva del riesgo industrial, ya que proporciona información precisa y oportuna para tomar decisiones informadas y así poder reducir la incertidumbre en situaciones de emergencia. Además, permite una respuesta más rápida y coordinada ante situaciones de riesgo, lo que puede salvar vidas y reducir los daños materiales.

Comúnmente errores pueden comprometer la seguridad en cualquier etapa del ciclo de vida de una planta o sitio industrial. Hoy tenemos una gran cantidad de soluciones y medios digitales para facilitar una mejor toma de decisiones y una mayor capacidad de ejecución tareas con un alto nivel de seguridad y cumplimiento laboral.

Algunas de las tecnologías de

punta utilizadas en el manejo integral del riesgo industrial son:

- Sistemas de control de procesos: sistemas que permiten la automatización y el control de los procesos industriales, lo que reduce la posibilidad de errores humanos y aumenta la eficiencia y seguridad de los procesos.
- Análisis de datos: mediante la utilización de herramientas informáticas para procesar grandes cantidades de información y extraer patrones y tendencias que permitan anticipar situaciones de riesgo y la toma de decisiones informadas y en el momento oportuno.
- Modelado y simulación de escenarios: herramientas que permiten la creación de modelos matemáticos y simulaciones para prever el comportamiento de diferentes variables en situaciones de riesgo, lo que permite evaluar diferentes escenarios y tomar medidas preventivas.
- Sistemas de detección de fugas: sistemas que utilizan sensores y otras tecnologías para detectar fugas de sustancias peligrosas, como gases y líquidos, y emitir alertas tempranas para evitar posibles accidentes.

Esto abarca lo que hoy en día se ha tornado como un gran diálogo al tema de sustentabilidad y protección

al medio ambiente.

- Sistemas de monitoreo en tiempo real: sistemas que permiten la recolección de datos en tiempo real sobre diferentes variables, como la temperatura, la presión, el nivel de líquidos, entre otros, para evaluar situaciones de riesgo y tomar medidas preventivas.

Esta presentación establecerá escenarios de dónde se encuentra nuestra industria hoy en día y explorará las opciones que cualquier planta puede considerar, independientemente de su tamaño, teniendo en cuenta el costo de cumplimiento, el conocimiento del trabajador y la productividad y el costo de seguridad.

Seguridad de procesos

Empecemos por mencionar este término “Gestión del Riesgo Operacional” o sus siglas en inglés ORM (Operational Risk Management) que incluye Seguridad de Procesos, pero va más allá. El software ORM es la categoría amplia para la digitalización en la seguridad de procesos y es parte de la categoría de control avanzado de procesos. Ver como referencia el gráfico que expone Verdantix sobre ORM.¹

Este es un ejemplo de varios componentes que se están digitalizando en la industria. Para el tema presen-



Figura 1. Lamina 1 ORM Verdantix

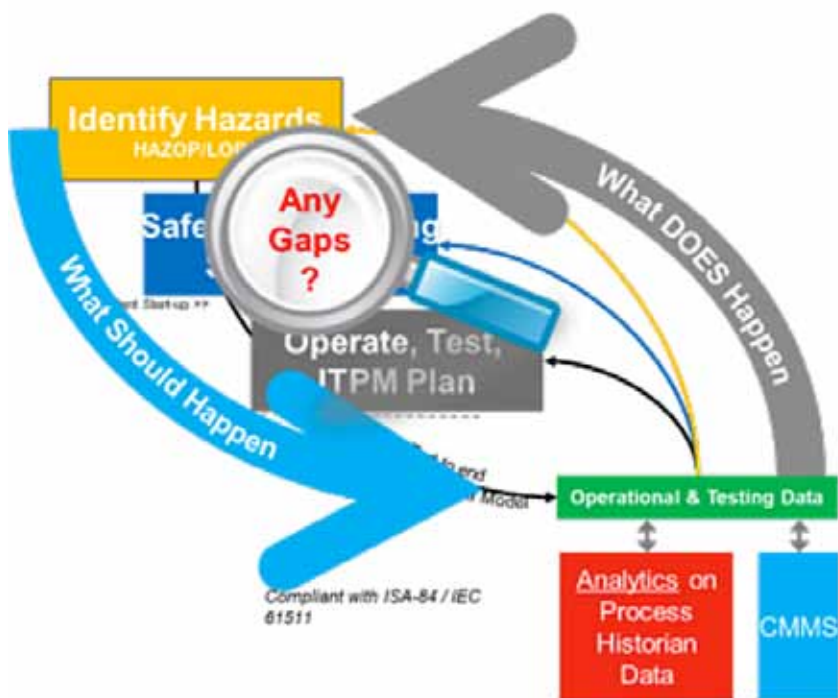


Figura 2. Ejemplo de gemelo digital para el control de procesos

tado aquí, nos centraremos en un ejemplo que debería ser de su interés. Describiremos cómo con la creación de un “gemelo digital” a partir de la utilización de HAZOP y otras herramientas de riesgo, en combinación datos del Internet industrial de las cosas (IIoT) se pueden extender parámetros que determinan si se está operando de manera segura.

Hoy existe *software* especializado que permite identificar las brechas entre el estado ideal del proceso versus lo que realmente está pasando, capitalizando información de las herramientas descritas anteriormente más el uso de datos que vienen del historiadador y del repositorio de información de mantenimiento o sus siglas en inglés CMMS (*Computerized maintenance management system*).

Este tipo de software es de naturaleza predictiva y opera bajo parámetros de tendencias (*leading indicators*); así las empresas pueden tomar medidas proactivas. Hoy vemos, lastimosamente con frecuencia, que se actúa de manera reactiva, es decir bajo indicadores rezagados (*lagging indicators*) luego de que eventos, muchas veces catastróficos,

se producen para luego empezar a investigar qué fallas existieron.

Junto con este software también existe la habilidad de monitorear alarmas, capitalizando una vez más la información que se puede halar del historiadador. El reto respecto al manejo de alarmas es la inhabilidad de poder centralizar el manejo de alarmas apeándose a filosofías corporativas y colaborando entre diferentes sitios industriales parde de

una empresa. Hoy existe software más actualizado que permite que los expertos en manejo de alarmas puedan tener acceso a diferentes sitios y colaborar en mejoras al desempeño, monitoreando las configuraciones de los sistemas de alarmas, identificando problemas tempranamente y recibiendo recomendaciones de cómo resolverlos.

Combinados con análisis de software, transmisores y otros equipos pueden ayudar a predecir fallas potenciales antes de que sucedan y evitar el tiempo de inactividad no planificado.

Por ejemplo, el costo de las fallas de los equipos rotativos, falta de mantenimiento, el desequilibrio de activos, la desalineación y los problemas relacionados con los equipos industriales son situaciones comunes, y cuando las cosas van mal, la seguridad, la productividad y la eficiencia se ven afectadas.

Además, los gerentes de planta están bajo una mayor presión para desarrollar habilidades y procesos de trabajo que sostengan y mejoren el desempeño de la planta. ¿Cómo pueden los gerentes de planta asegurarse de que cada empleado de la planta se desempeñe tan bien como su mejor empleado? ¿Qué pasaría si pudiera hacer que cada operador de planta se desempeñe tan bien como el mejor operador de planta, todos los días, en cada turno, sin importar cuánto tiempo hayan estado en el trabajo? Hoy en día, las empresas



Figura 3. Ejemplo de casco inteligente y visor de realidad aumentada.

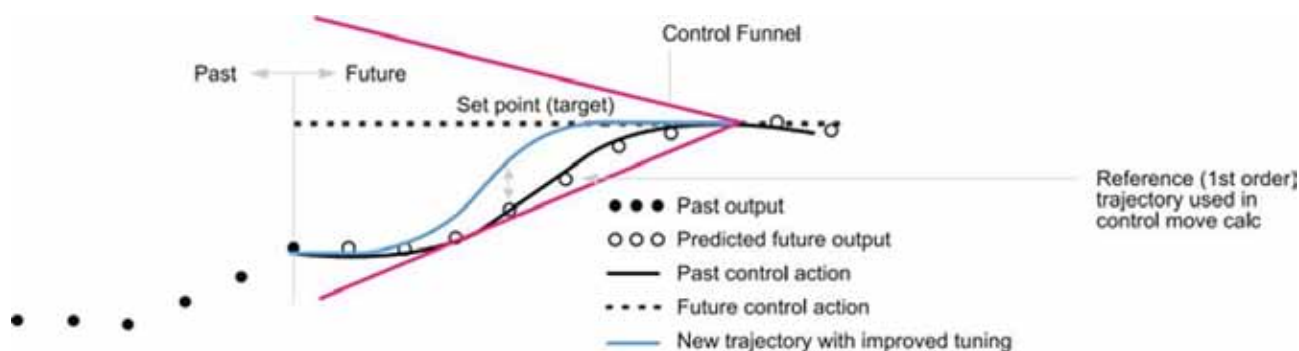


Figura 4. Ejemplo de modelo de optimización.

pueden tomar una decisión estratégica para transformar el día en la vida de sus trabajadores de campo, impulsando información contextual en tiempo real, para tomar mejores y más rápidas decisiones mientras impulsan la rentabilidad y salvan vidas.

La tecnología actual también colabora para que se puedan crear simuladores, bien sea a través de gemelos digitales o simulación virtual donde los trabajadores se familiarizan con el proceso y equipos y practican tareas y acciones sin poner a riesgo la operación real. La industria aeronáutica ha venido poniendo esto en práctica desde su inicio. Es imposible imaginar que un piloto practicaría situaciones adversas, como aterrizaje en agua, piloteando un avión de verdad.

Hemos visto como herramientas de realidad virtual y aumentada y los dispositivos de movilidad, permiten entonces crear instancias de entrenamiento y práctica para fortalecer las acciones de los trabajadores. Como lo muestra la gráfica anterior gracias al reconocimiento de un tag en el equipo, el trabajador puede obtener métricas y tendencias anteriores que le permiten validar el comportamiento dentro de parámetros esperados.

Ahora bien, a través de modelos matemáticos y un conjunto de herramientas, hay ahora evidencia de software que permite coleccionar, unificar y tomar acción con la data operacional para optimizar resultados, sustentabilidad y seguridad a nivel empresarial. Este tipo de software replica al más eficiente y conocedor de los operadores, quienes entien-

den la dinámica de la planta y que son capaces de predecir el comportamiento, control de los procesos y concurrentemente utilizar cada oportunidad para optimizar. La tabla que aparece a continuación ejemplifica un algoritmo matemático que minimiza los efectos de un modelo de incertidumbre mientras que determina pequeños movimientos en el proceso requeridos para que simultáneamente se logren los objetivos de optimización.

Tecnología para detección de fugas

Los sistemas de detección de fugas son herramientas utilizadas para detectar y localizar fugas en sistemas de tuberías, tanques y otros equipos. Estos sistemas son esenciales para prevenir la pérdida de productos, reducir el riesgo de daños ambientales y garantizar la seguridad de las personas.

Existen varios tipos de sistemas de detección de fugas, entre ellos:

- Sistemas de detección de fugas por líquidos: estos sistemas detectan la presencia de líquidos en el suelo o en la superficie de tanques y tuberías.
- Sistemas de detección de fugas por gases: estos sistemas detectan la presencia de gases en el aire, como el gas natural o el gas propano.
- Sistemas de detección de fugas por vacío: estos sistemas utilizan un vacío para detectar la presencia de fugas en tanques y tuberías.
- Sistemas de detección de fugas por presión: estos sistemas miden

la presión en tuberías y tanques para detectar si hay una fuga.

Los sistemas de detección de fugas utilizan sensores, alarmas y otros dispositivos para alertar a los operadores sobre la presencia de una fuga. Algunos sistemas también pueden cerrar automáticamente las válvulas de los equipos para evitar la propagación de la fuga.

Es importante realizar pruebas regulares de los sistemas de detección de fugas para asegurarse de que están funcionando correctamente. Además, los operadores deben estar capacitados para responder adecuadamente a una alerta de fuga y tomar medidas para detener la fuga y minimizar los riesgos asociados.

El control de emisiones fugitivas de gases va de la mano de tecnología de sustentabilidad, la misma que está basada en sensores para calcular, gestionar y reducir las emisiones fugitivas de metano, entre otros gases, asegurando el cumplimiento y la rentabilidad. Esta nueva tecnología aborda desafíos críticos como la visibilidad limitada, la falta de trazabilidad, la falta de información proactiva, entre otros.

Este esfuerzo involucra a todos los niveles de la organización, incluido C-Suite para estandarizar los objetivos y la tecnología de descarbonización; Gerentes de Planta y Sustentabilidad para monitorear de manera efectiva y tener datos de calidad para actuar en tareas críticas e Ingenieros Ambientales quienes necesitan contar con información para reportar emisiones en todo el sitio industrial para cumplir con las

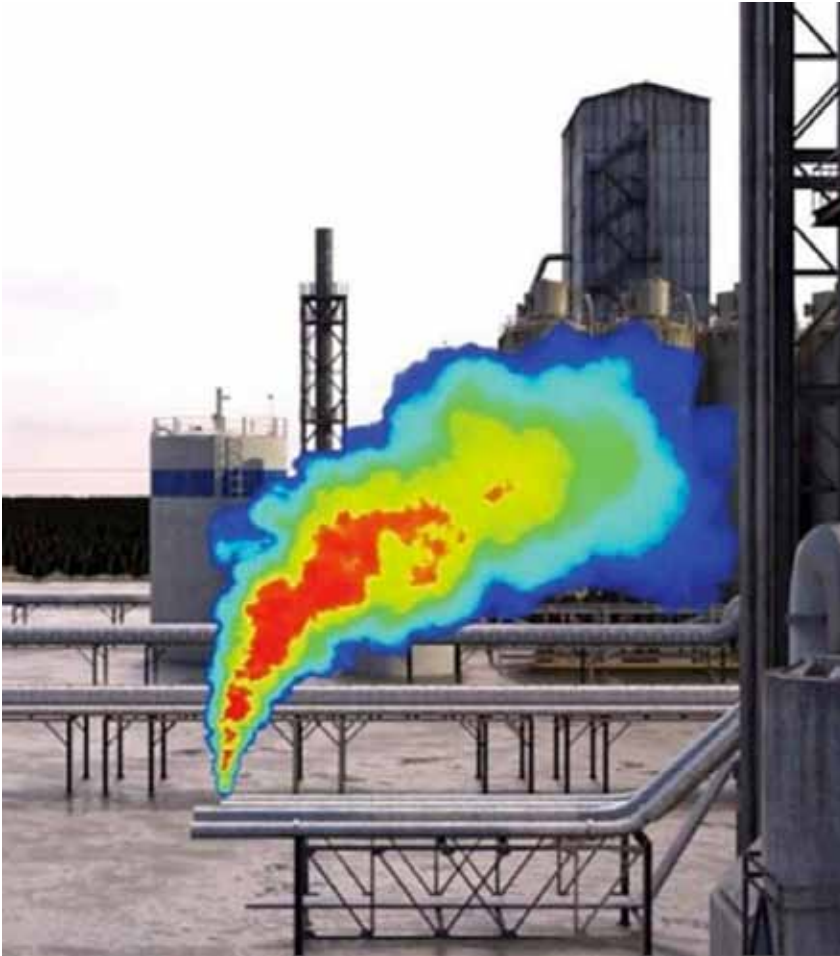


Figura 5. Ejemplo de cámara hiperespectral (CGI).

regulaciones, mientras contribuyen activamente a la reducción de fugas de metano y otros gases.

En la industria del petróleo y el gas, el upstream contribuye con las emisiones de metano más altas, por lo que eliminar las emisiones de metano representa la mejor oportunidad a corto plazo y contribuye a la mitigación del cambio climático.²

Emisión de gases fugitivos y sustentabilidad en la industria petrolera

El reto de la industria petrolera es como satisfacer las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades.

La industria petrolera es esencial para la economía mundial y propor-

ciona la mayor parte de la energía que se consume. Sin embargo, la extracción y el uso de combustibles fósiles tienen un impacto significativo en el medio ambiente y en las comunidades que dependen de ellos.

Para lograr la sustentabilidad en la industria petrolera, se deben tomar medidas para reducir el impacto ambiental y social de la extracción y el uso de combustibles fósiles.

El uso de tecnología que monitoree, mida reporte y reduzca las emisiones de gases de efecto invernadero se ha vuelto una tarea esencial. Es de conocimiento público que las emisiones de gases de efecto invernadero son una de las principales causas del cambio climático, por lo que la reducción de estas emisiones es crucial para la sustentabilidad. La industria petrolera puede reducir las emisiones mediante la implementación de tecnologías de captura y almacena-

miento de carbono y la inversión en fuentes de energía renovable.

Cámaras hiperespectrales denominadas CGI (Gas Cloud Imaging) pueden detectar la nube de gas, identificar el tipo de gas y cuantificar en partes por millón. Combinado con software se pueden obtener modelos de dispersión para establecer la velocidad de la dispersión y hacia donde viaja la nube de gas. Consecuentemente se pueden tomar medidas de seguridad adicionales como evacuaciones. La ventaja de este tipo de tecnología es que, instaladas a distancia, pueden monitorear un área geográfica amplia, mientras que otros detectores pueden ubicarse directamente en las líneas. Las tecnologías son complementarias y su utilización está basada en el tipo de instalación industrial.

En el ámbito del uso de recursos, la extracción de petróleo y gas consume grandes cantidades de agua y energía. Para lograr la sustentabilidad, se deben tomar medidas para reducir el consumo de estos recursos mediante la implementación de tecnologías de eficiencia energética y la reducción de la cantidad de agua utilizada en los procesos de extracción.

Digitalización para aumentar la seguridad de los empleados

La seguridad en el lugar de trabajo es primordial en cualquier industria, ya que el personal está expuesto a diversos peligros a diario. Según la Oficina de Estadísticas Laborales de EE. UU., en 2021 se informaron 5190 muertes fatales en el lugar de trabajo y más de 2,6 millones de casos de lesiones y enfermedades. Al comparar esos números con la ocupación, se encontró que los trabajos de construcción y extracción ocuparon el segundo lugar en cuanto a muertes relacionadas con la fuerza laboral.³

Si bien se requiere equipo de protección personal (EPP), como chalecos reflectantes de alta visibilidad, cascos y gafas de seguridad, existe una necesidad creciente de digitalizar las industrias para mejorar aún más la seguridad en el lugar de traba-



Figura 6. Ejemplo de dispositivo de RTLS con RFID

jo. Con la nueva tecnología impulsada por Inteligencia Artificial, puede haber formas no solo de mejorar la seguridad de los trabajadores, sino también de monitorear su bienestar al tiempo que brinda información importante sobre varios KPI.

Seguimiento a los trabajadores en tiempo real

Los sistemas de localización en tiempo real (RTLS, por sus siglas en inglés) son sistemas de monitoreo que permiten la recolección de datos en tiempo real, optimizando la asignación de personal a las distintas áreas de trabajo, promoviendo cumplimiento de tareas y proveyendo capas de protección adicional al trabajador.

El uso de RTLS para el seguimiento del trabajador industrial permite a los supervisores y gerentes de seguridad monitorear la ubicación de los trabajadores en tiempo real, lo que puede ayudar a prevenir accidentes y aumentar la eficiencia. Los sistemas de RTLS pueden ser utilizados para monitorear la posición y el movimiento de los trabajadores, lo que puede ayudar a prevenir accidentes en áreas peligrosas o de alta seguridad.

Además, los sistemas de RTLS pueden ser utilizados para optimizar las operaciones y aumentar la productividad. Los gerentes pueden utilizar los datos de seguimiento de los trabajadores para identificar cuellos de botella en los procesos y mejorar el flujo de trabajo.

Existen soluciones de este tipo para las operaciones más peligrosas

ya que cumplen con los estándares de la industria de las zonas de seguridad. A través de la identificación por radiofrecuencia (RFID), el dispositivo puede monitorear la ubicación de los empleados y proporcionar datos en tiempo real, enviando alertas y notificaciones instantáneas cuando se detectan riesgos de seguridad o se producen accidentes.

Este tipo de tecnología ayuda a monitorear al trabajador solitario, tarea muy común en la industria del petróleo y gas. Así mismo detecta impacto seguido de no movimiento, generando inmediatamente alertas de persona caída. Se entiende entonces el importante valor que la adopción de esta tecnología aporta al bienestar del trabajador industrial.

En el caso de situaciones de emergencia, como incendios y colapsos estructurales, es fundamental conocer la ubicación exacta de los empleados y contratistas en un lugar de trabajo. RTLS es un enfoque digital transformador para administrar la fuerza laboral, que ayuda a las empresas a saber quién está en el sitio, qué están haciendo y, lo que es más importante, a asegurar su seguridad.

Conclusiones

La gestión de riesgos industriales siempre ha sido un aspecto crucial para las empresas, especialmente en el sector industrial y de manufactura. Con el advenimiento de la tecnología, las industrias han comenzado a beneficiarse de la tecnología innovadora en sus sistemas de gestión de riesgos. El tema es muy amplio, sin embargo hemos explorado cómo la tecnología innovadora ha transformado el proceso de gestión de riesgos industriales.

Uno de los beneficios más significativos de la tecnología innovadora en la gestión de riesgos industriales es su capacidad para predecir y prevenir riesgos. El análisis predictivo, por ejemplo, puede proporcionar información en tiempo real sobre los riesgos potenciales que pueden surgir en el proceso de fabricación. Esto permite a las empresas tomar medidas proactivas y evitar que ocurran accidentes.

Hemos visto como es igualmente importante precautelar la seguridad de los empleados, y la tecnología ha jugado un papel importante en su mejora. Por ejemplo, la tecnología portátil, como los cascos y chalecos inteligentes, puede monitorear las condiciones físicas de los empleados, como la frecuencia cardíaca y la temperatura corporal, alertándolos a ellos y a sus supervisores sobre posibles peligros. Esta tecnología también puede rastrear las ubicaciones de los empleados en tiempo real, asegurando que no se encuentren en áreas peligrosas.

Entender la etapa de transformación digital dentro de cada empresa es supremamente importante y un fino balance entre adopción de tecnología, manejo apropiado de gastos capitales y operacionales, y la constante búsqueda de mejoras que lo pongan a la par de la industria. Podemos decir, sin lugar a dudas, que el camino está dado y quienes no decidan tomarlo seguramente verán afectados sus réditos.

- 1 Verdantix <https://www.verdantix.com>
- 2 The fact sheet – New Initiative at COP27, UN Environment programme
- 3 <https://www.bls.gov/news.release/cfoi.ht>