Protección & Seguridad
Septiembre - Octubre / 2026

De la seguridad de procesos a la prevención de accidentes mayores:

nuevos retos para las instalaciones clasificadas en Colombia



Johan Andrés García
Coordinador de la Línea de Seguridad de Procesos del CCS.
Ingeniero químico y magíster en Ingeniería Química

Los procesos industriales modernos dependen, cada vez más, de tecnologías, equipos y sistemas que permiten transformar, almacenar o transportar grandes cantidades de sustancias químicas. Esta evolución ha contribuido significativamente al desarrollo industrial y económico del país, pero también ha incrementado la complejidad de las operaciones y la necesidad de gestionar adecuadamente los peligros asociados a ello.

Una desviación en las condiciones de operación, la pérdida de integridad de un equipo o la falla simultánea de diferentes barreras de protección pueden desencadenar eventos como incendios, explosiones o liberaciones de sustancias peligrosas con impactos que trascienden el perímetro de la organización.

La seguridad de procesos químicos es una disciplina técnica y estratégica orientada, precisamente, a prevenir este tipo de eventos de baja probabilidad, pero alta consecuencia. Así, frente a una mayor sofisticación tecnológica de las instalaciones industriales, su importancia es crucial para salvaguardar la vida de las personas, la integridad del entorno y la continuidad de los negocios (García, 2025).

Frente a la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), la seguridad de procesos se diferencia principalmente por el objeto de análisis y la naturaleza de los eventos que busca prevenir. Mientras que la SST aborda múltiples peligros

que pueden afectar individualmente a los trabajadores, la seguridad de procesos concentra buena parte de sus esfuerzos en evitar eventos que, si bien se suelen materializar con menor frecuencia, pueden tener consecuencias de gran magnitud sobre trabajadores, comunidades, medio ambiente e infraestructura, así como en la continuidad del negocio.

El Centro para la Seguridad de Procesos Químicos (CCPS) define la seguridad de procesos como un marco disciplinado para gestionar la integridad de los sistemas y procesos que manejan sustancias peligrosas mediante principios adecuados de diseño, ingeniería y operación (CCPS, 2007). Sus impactos potenciales no se limitan a lesiones o afectaciones ambientales; también pueden incluir daños a la propiedad, pérdidas de producción y efectos negativos sobre el negocio y su reputación. Por esta razón, la gestión de la seguridad de procesos no constituye únicamente un asunto técnico. Un accidente mayor puede detener operaciones, destruir activos críticos, afectar cadenas de suministro y comprometer la capacidad de una organización para continuar desarrollando sus actividades.

La experiencia internacional demuestra que la posibilidad de que se materialicen accidentes mayores continúa siendo una amenaza real pese a los avances de prevención, control y mitigación desarrollados por la industria.

Al respecto, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) señala que los accidentes químicos graves siguen ocurriendo alrededor del mundo y que muchos presentan causas similares a eventos históricos. De acuerdo con esta organización, algunos podrían haberse evitado mediante una adecuada aplicación de principios básicos de gestión de seguridad de procesos, especialmente, mediante la implementación de las lecciones aprendidas de accidentes anteriores (OECD, 2023). De ahí, la necesidad de disponer de normativa para su prevención.

De la seguridad de procesos al PPAM

En Colombia, un avance fundamental en esta materia fue la expedición del Decreto 1347 de 2021, mediante el cual el país adoptó el Programa de Prevención de Accidentes Mayores (PPAM). Su finalidad es contribuir a incrementar los niveles de seguridad de las instalaciones clasificadas y proteger a los trabajadores, la población, el ambiente y la infraestructura mediante la gestión del riesgo.

> *Un accidente mayor puede detener operaciones, destruir activos críticos, afectar cadenas de suministro y comprometer la capacidad de una organización para continuar desarrollando sus actividades".*

Es importante precisar que el PPAM no aplica de manera general a toda organización que utilice productos químicos. El decreto establece criterios para determinar qué tipo de instalaciones se consideran clasificadas, a partir de la presencia de sustancias químicas peligrosas y de las cantidades umbral definidas en su 'Anexo 3'. Conforme lo establece la norma, una instalación será clasificada cuando iguale o supere alguno de los umbrales definidos o cuando, al aplicar la denominada regla de la suma, se obtenga un valor igual o superior a uno (1).

A partir de esta clasificación, el responsable de la instalación clasificada adquiere una serie de obligaciones que no deberían analizarse como requisitos independientes. El PPAM incluye, entre otros componentes, el registro de la instalación ante el Ministerio del Trabajo, la implementación de un Sistema de Gestión de Seguridad para la Prevención de Accidentes Mayores (SGSPAM), la actualización del Plan de Emergencias



y Contingencias (PEC), el desarrollo del Informe de Seguridad, el registro y reporte de indicadores, así como la investigación de incidentes y accidentes mayores. En conjunto, estos procesos configuran un ciclo que permite identificar, gestionar, demostrar, monitorear y mejorar la gestión del riesgo de eventos de alta consecuencia.

Pero, ¿por dónde se empieza? El primer paso consiste en hacer el proceso de autoclasificación y registrar las instalaciones sujetas al programa. La Resolución 4979 de 2024 reglamentó el respectivo procedimiento ante el Ministerio del Trabajo. En este punto, la experiencia demuestra que uno de los principales inconvenientes a la hora de hacer el proceso de autoclasificación es determinar la cantidad de una sustancia que se compara frente al correspondiente umbral. Para ello, debe considerarse la capacidad instalada de almacenamiento o el máximo histórico registrado durante los últimos cinco años, tomando el valor que resulte mayor.

Una vez identificada una instalación clasificada, el siguiente reto es gestionar sistemáticamente sus riesgos. Para ello, la Resolución 5492 de 2024 reglamentó el Sistema de Gestión de la Seguridad para la Prevención de Accidentes Mayores (SGSPAM), estableciendo directrices para su diseño, implementación, monitoreo y mejora continua y su articulación con el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST). El sistema se debe desarrollar como un proceso lógico y por etapas e incorporar componentes técnicos y organizacionales relacionados con información de seguridad, análisis de riesgos, procedimientos de operación, entrenamiento, gestión de contratistas, revisión de seguridad de prearranque, integridad mecánica, gestión del cambio, preparación ante emergencias, investigación de incidentes, indicadores de desempeño, auditorías y revisión por parte de la dirección, entre otros.

De esta manera, el SGSPAM guarda una relación directa con los principios tradicionalmente asociados a la administración de la seguridad de procesos (PSM, por sus siglas en inglés): conocer los peligros, establecer barreras de prevención y mitigación, mantener su efectividad durante el ciclo de vida de la instalación y aprender continuamente del desempeño de la organización.



El Informe de Seguridad: conocer el riesgo y demostrar cómo se gestiona

Con la expedición de la Resolución 3687 de 2025 se dio un paso significativo en la implementación del PPAM. Esta norma establece los requisitos mínimos para la elaboración y entrega del Informe de Seguridad por parte de los responsables de las instalaciones clasificadas.

Dicho informe puede ser considerado como un instrumento integrador de la gestión del riesgo de accidentes mayores. La misma resolución lo define como el documento que contiene información técnica, de gestión, prevención y funcionamiento relacionada con los peligros y riesgos presentes en la instalación clasificada, así como la justificación de las medidas adoptadas para aumentar los niveles de seguridad.

Su contenido se estructura alrededor de los tres procesos fundamentales de la gestión del riesgo definidos previamente en la Ley 1523 de 2012: conocimiento del riesgo, reducción del mismo y manejo del desastre, además de la incorporación de información específica incluida mediante anexos.



En cuanto al proceso de conocimiento del riesgo, el informe debe incluir información sobre el establecimiento, su contexto interno y externo, las sustancias químicas peligrosas presentes en sus instalaciones y, especialmente, la identificación de peligros y el análisis y evaluación de los riesgos de escenarios de alta consecuencia. Al respecto, Resolución 3687 de 2025 exige describir los posibles escenarios, incluyendo sus causas internas o externas, probabilidades o frecuencias y potenciales consecuencias.

Este requisito es particularmente relevante desde una perspectiva de seguridad de procesos. La identificación de un peligro por sí sola no permite comprender suficientemente el riesgo. Para ello es necesario analizar cómo un proceso puede salirse de control, qué secuencia de eventos podría desarrollarse, qué barreras existen para impedir o mitigar consecuencias no deseadas y cuáles serían los eventos finales si dichas medidas fallaran.

Por esta razón, la Resolución 3687 también requiere estimar la magnitud y gravedad de las consecuencias de los escenarios identificados y representarlas espacialmente. Asimismo, incorpora la evaluación cuantitativa del riesgo del establecimiento y sus instalaciones clasificadas, cuyos resultados deben presentarse mediante zonas o isocontornos[1] de riesgo individual. La evaluación debe realizarse considerando los criterios nacionales de riesgo establecidos por la Resolución 559 de 2022 y utilizando metodologías técnicamente apropiadas. La norma no establece una única técnica o metodología de análisis. Por el contrario, reconoce el uso de Buenas Prácticas de Ingeniería Reconocidas y Generalmente Aceptadas (RAGAGEP) y menciona referentes como CCPS y TNO, entre otros, siempre teniendo en cuenta que la metodología debe ser adecuada para la naturaleza y complejidad de los peligros analizados.

Una vez conocido el riesgo, el informe debe demostrar cómo se está reduciendo. Para ello, se deben documentar las medidas de prevención y mitigación disponibles, los sistemas y equipos destinados a limitar las consecuencias de los escenarios evaluados, así como los recursos internos o externos con que cuenta la instalación para atender su ocurrencia. A esto se suma un elemento fundamental dentro de la reducción del riesgo: la obligación de informar los mecanismos de protección financiera dispuestos anticipadamente para cubrir los costos de daños y recuperación ante la materialización de un escenario de accidente mayor.

Finalmente, el informe articula esta gestión con la preparación y respuesta ante emergencias mediante la actualización e incorporación del PEC y con la planificación territorial a través de información sobre las áreas que potencialmente podrían verse afectadas. La resolución exige, entre otros elementos, la representación de isocontornos de riesgo individual sobre el establecimiento y su entorno y la remisión de determinada información a las autoridades territoriales.

Para las instalaciones existentes, el primer Informe de Seguridad deberá

[1] Representan áreas o franjas con idéntica magnitud en fenómenos físicos de riesgo.

remitirse al Ministerio del Trabajo en un plazo máximo de dos años a partir de la publicación de la resolución, este plazo vence el 22 de septiembre de 2027. Las instalaciones nuevas deberán presentarlo antes de entrar en funcionamiento u operación. Posteriormente, el informe deberá actualizarse cada cinco años o cuando se presenten las condiciones establecidas en el artículo 11 del Decreto 1347 de 2021.

Monitorear para identificar señales antes del accidente

Una adecuada gestión de la seguridad de procesos requiere conocer no solo los accidentes que ocurren, sino también aquellos eventos de menor consecuencia que pueden revelar debilidades en las barreras implementadas.

La Resolución 5492 de 2024 establece que las empresas deben definir indicadores y métricas que permitan monitorear y evaluar el desempeño del SGSPAM en términos de estructura, procesos y resultados. Complementariamente, la Resolución 1890 de 2025 reglamentó el registro de incidentes y el reporte de accidentes

> *La investigación debe estar orientada a identificar las causas que originaron el suceso y establecer acciones correctivas y preventivas, mas no asignar responsabilidades administrativas, penales, operativas, disciplinarias o laborales".*



mayores y adaptó al contexto colombiano la estructura de indicadores de seguridad de procesos establecida en la norma API RP 754.

Esta resolución diferencia eventos 'nivel 1' y 'nivel 2' asociados a pérdidas de contención primaria y reconoce, adicionalmente, eventos y condiciones de niveles inferiores (3 y 4) relacionados con las capas de protección y con el propio sistema de gestión. Este enfoque guarda relación con el principio de utilizar indicadores tanto reactivos como preventivos para detectar señales de deterioro antes de que se materialice un evento de mayor consecuencia.

De acuerdo con la Resolución 1890, las instalaciones clasificadas deben registrar los incidentes 'nivel 1' y 'nivel 2' y reportar su tasa anual al Ministerio del Trabajo, así como reportar los accidentes mayores en un término no superior a 24 horas después de su materialización. Sin embargo, registrar un evento constituye apenas el inicio del aprendizaje.

Investigar para evitar la recurrencia

Con la publicación de la Resolución 2091 de 2026 se complementó el ciclo regulatorio al establecer las obligaciones y requisitos mínimos para investigar incidentes y accidentes mayores en instalaciones clasificadas.

Uno de los aspectos más importantes de esta norma es el enfoque bajo el cual debe desarrollarse la investigación. El marco metodológico adoptado por cada instalación o responsable debe integrarse al SGSPAM y debe ser estructurado, verificable y trazable, sustentarse en evidencia técnica e incorporar la participación de las partes involucradas. En ese sentido, la investigación debe estar orientada a identificar las causas que originaron el suceso y establecer acciones correctivas y preventivas, mas no asignar responsabilidades administrativas, penales, operativas, disciplinarias o laborales. Esta distinción resulta fundamental ya que una investigación orientada exclusivamente a encontrar quién cometió el error puede dejar sin identificar fallas más profundas relacionadas con factores como el diseño, mantenimiento, procedimientos, organización, competencias o toma de decisiones.

La norma tampoco define una única herramienta para realizar las investigaciones. Es deber tanto del responsable de la instalación como del responsable del SGSPAM seleccionar las metodologías acordes con el proceso, las características técnicas y tecnológicas de la instalación y la naturaleza del evento.

Para los accidentes mayores, el informe de investigación debe incorporar, entre otros, una descripción del evento, sus consecuencias reales, una línea de tiempo, una representación de lo ocurrido, la identificación

de factores críticos, las causas inmediatas y de raíz, un plan de acción y las lecciones aprendidas. La norma establece, además, que la causa raíz puede estar asociada a aspectos organizacionales, técnicos o humanos que permitan explicar por qué se perdió el control del proceso.

No obstante, uno de los elementos más significativos de la Resolución 2091 es que la obligación de aprender no comienza únicamente después de un accidente mayor. Los incidentes 'nivel 1' y 'nivel 2' que no hayan alcanzado dicha clasificación también deben investigarse con enfoque de seguridad de procesos y deben quedar documentados. Esto permite aprovechar eventos de menor consecuencia como oportunidades para identificar debilidades antes de que conduzcan a escenarios más severos.

De igual manera, identificar la causa no representa el final de la investigación. El plan de acción debe guardar relación con las causas encontradas, asignar responsables y establecer plazos. Posteriormente, la organización deberá implementar las acciones, conservar evidencia de su cumplimiento, efectuar su cierre y, especialmente, verificar su efectividad. Las lecciones aprendidas deben incorporarse nuevamente al sistema de gestión para fortalecer la prevención.

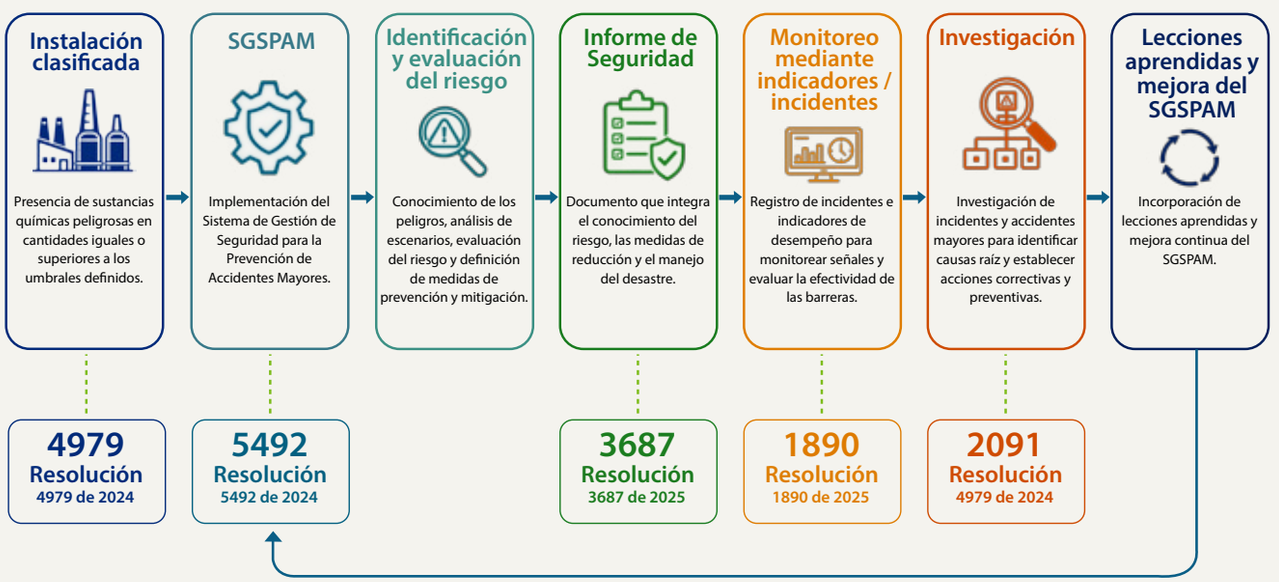
Respecto al informe de investigación de un accidente mayor, este deberá remitirse al Ministerio del Trabajo dentro de los 120 días calendario posteriores al reporte del evento. Cuando existan razones técnicas que lo justifiquen, podrá solicitarse una prórroga de hasta 90 días calendario, atendiendo las condiciones previstas en la resolución.

De cumplir requisitos a gestionar el riesgo

El desarrollo regulatorio del PPAM representa un cambio importante en la manera de abordar los accidentes mayores en Colombia. La clasificación y registro de las instalaciones, la implementación del SGSPAM, la elaboración del Informe de Seguridad, el monitoreo de incidentes y la investigación de eventos no deberían desarrollarse como actividades independientes. Por el contrario, forman parte de un mismo proceso (ver figura 1).

Clasificar permite reconocer el peligro; registrar permite conocer las instalaciones sujetas al programa; gestionar permite establecer controles; el Informe de Seguridad permite integrar y demostrar el conocimiento y la reducción del riesgo; los indicadores y registros permiten monitorear el desempeño; y la investigación permite transformar los eventos ocurridos en conocimiento para mejorar nuevamente el sistema.

Figura 1. Ciclo de gestión de accidentes mayores en instalaciones clasificadas



Las resoluciones presentadas corresponden a los principales instrumentos normativos que soportan cada etapa del ciclo de gestión.

Fuente: elaboración propia mediante inteligencia artificial (Google Gemini, 2026).

En conclusión, la seguridad de procesos ha demostrado durante décadas que los grandes accidentes rara vez son resultado de una única falla. Por lo general, se desarrollan cuando diferentes deficiencias técnicas, humanas y organizacionales coinciden y las barreras establecidas no logran detener la secuencia del evento. En este contexto, disponer de un sistema robusto para identificar peligros, gestionar barreras, monitorear señales, investigar incidentes y aprender de ellos constituye una condición fundamental para prevenir accidentes mayores.

El reto para las organizaciones, por lo tanto, no debería limitarse al cumplimiento documental de las nuevas disposiciones. La verdadera oportunidad consiste en utilizar el PPAM como un marco para fortalecer la gestión de la seguridad de procesos, proteger a los trabajadores, las comunidades, el ambiente y la infraestructura y, al mismo tiempo, aumentar la resiliencia de las operaciones frente a eventos capaces de comprometer la continuidad del negocio.





Referencias

American Petroleum Institute (API). (2021). ANSI/API Recommended Practice 754: Process Safety Performance Indicators for the Refining and Petrochemical Industries. American Petroleum Institute.

Center for Chemical Process Safety (2007). Guidelines for Risk Based Process Safety. John Wiley & Sons, Inc. *https://doi.org/10.1002/9780470925119*

García, J. A. (2025). Seguridad de procesos químicos, una disciplina crucial en entornos industriales. Protección & Seguridad, 419, 8–22. *https://doi.org/10.63434/30730171.64*.

Google. (2026). Gemini [Modelo de inteligencia artificial, versión del 25 de agosto]. *https://gemini.google.com*

Ministerio del Trabajo (2024). Resolución 4979 de 2024 "por la cual se reglamenta el procedimiento para el registro de instalaciones clasificadas".

Ministerio del Trabajo (2024). Resolución 5492 de 2024 "por la cual se reglamenta el Sistema de Gestión de Seguridad para la Prevención de Accidentes Mayores — SGSPAM en las instalaciones clasificadas".

Ministerio del Trabajo (2025). Resolución 1890 de 2025 "por la cual se reglamenta el procedimiento para el registro de incidentes y reporte de accidentes mayores".

Ministerio del Trabajo (2025). Resolución 3687 de 2025 "por la cual se establecen los requisitos mínimos para la elaboración y entrega del informe de seguridad por parte de los responsables de instalaciones clasificadas2.

Ministerio del Trabajo (2026). Resolución 2091 de 2026 "por la cual se reglamenta el procedimiento para la investigación de incidentes y accidentes mayores en el marco del Programa de Prevención de Accidentes Mayores — PPAM".

OECD. (2023). OECD Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response – Third Edition. Series on Chemical Accidents. OECD Publishing, Paris. *https://doi.org/10.1787/162756bf-en*

Ministerio del Trabajo (2021). Decreto 1347 de 2021 "por el cual se adiciona el Capítulo 12 al Título 4 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1072 de 2015 para adoptar el Programa de Prevención de Accidentes Mayores — PPAM".

