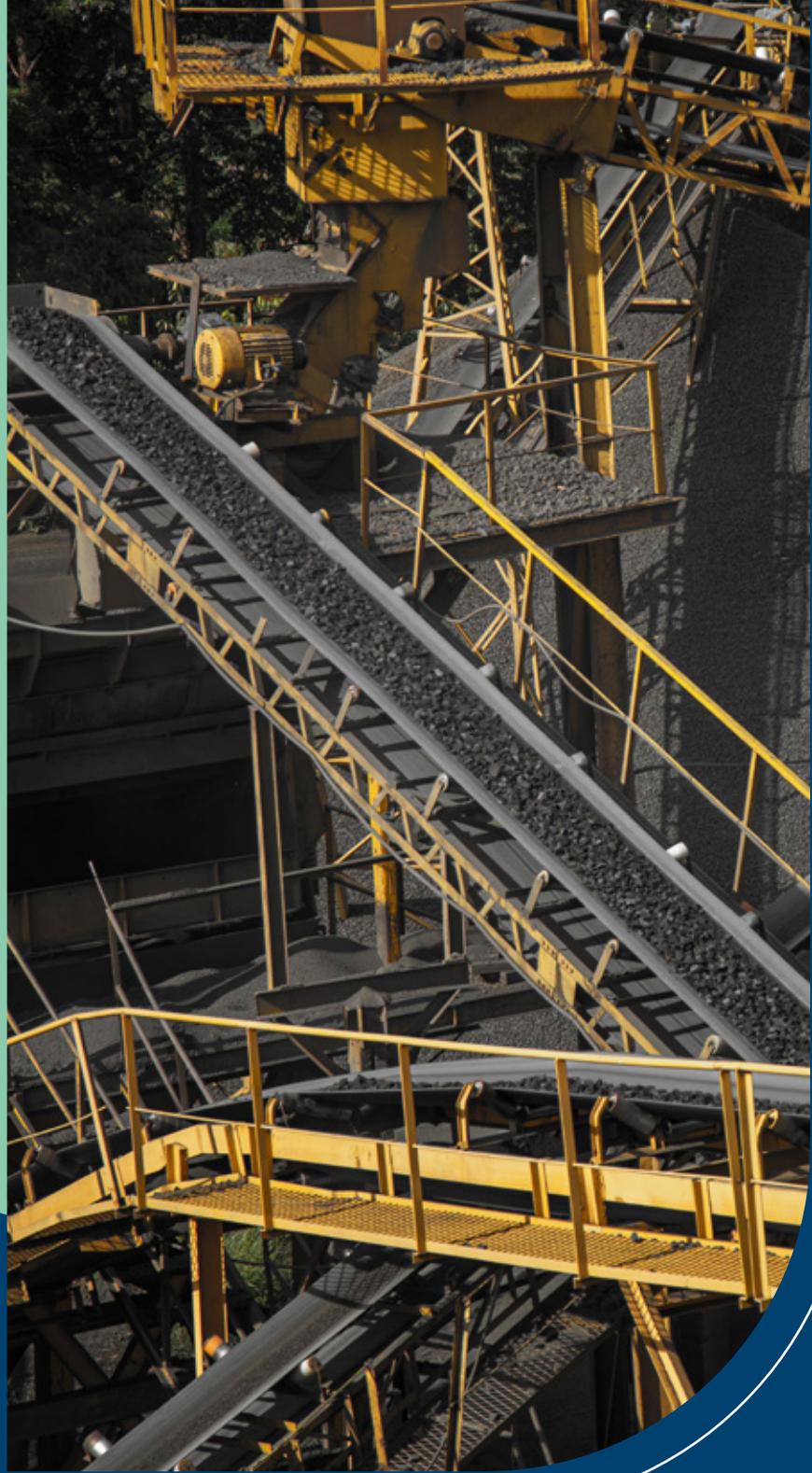
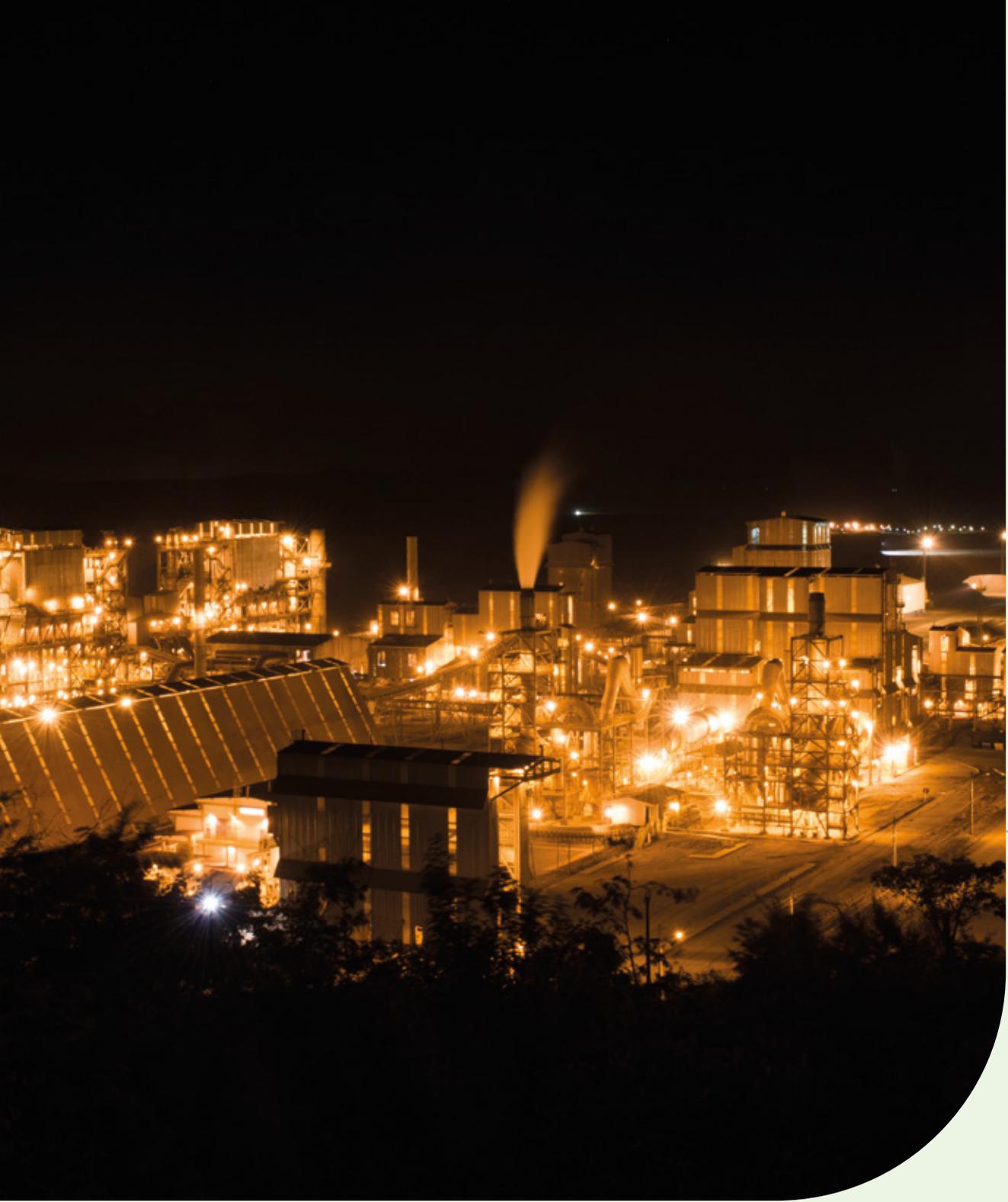




DIRECTRICES PARA  
LA GESTIÓN DE  
SEGURIDAD DE  
PROCESOS EN LA  
MINERÍA DE BRASIL







# GOBERNANZA

## **JUNTA DIRECTIVA EJECUTIVA**

**Raul Jungmann**

Director-Presidente del IBRAM

**Fernando Azevedo e Silva**

Vicepresidente del IBRAM

**Alexandre Valadares Mello**

Director de Asuntos Asociativos y Cambio Climático

**Julio Cesar Nery Ferreira**

Director de Sostenibilidad

**Paulo Henrique Leal Soares**

Director de Comunicación

**Rinaldo César Mancin**

Director de Relaciones Institucionales

**Osny Vasconcellos**

Director Administrativo y Financiero

# GOBERNANZA

## CONSEJO DIRECTIVO

PERIODO 2024-2025

### Presidente del Consejo:

- **Anglo American Brasil**  
Ana Sanches  
Titular

### Vicepresidente del Consejo:

- **Lundin Mining**  
Ediney Maia Drummond  
Titular

## CONSEJEROS:

- **Alcoa**  
Eduardo Doria - Titular  
Michelle Shayo - Suplente
- **Anglo American Brasil**  
Ivan de Araujo Simões Filho -  
Suplente
- **AngloGold Ashanti**  
Marcelo Pereira - Titular  
Othon de Villefort Maia - Suplente
- **ArcelorMittal**  
Wagner de Brito Barbosa - Titular  
Wanderley José de Castro - Suplente
- **BAMIN**  
Eduardo Jorge Ledsham - Titular  
Alexandre Victor Aigner - Suplente
- **Compañía Brasileña de Metalurgia y**
- **Minería CBMM**  
Eduardo Augusto Ayroza Galvão  
Ribeiro - Titular  
Ricardo Fonseca de Mendonça Lima  
- Suplente
- **Copelmi Mineração Ltda**  
Cesar Weinschenck de Faria - Titular  
Roberto da Rocha Miranda de Faria -  
Suplente
- **Embu S.A. Ingeniería y Comercio**  
Daniel Debiazzi Neto - Titular  
Luiz Eulálio Moraes Terra - Suplente

- **Kinross Brasil Mineração S.A.**  
Gilberto Carlos Nascimento Azevedo - Titular  
Ana Cunha - Suplente
- **Lundin Mining**  
Luciano Antonio de Oliveira Santos - Suplente
- **Mineração Caraíba S.A.**  
Eduardo de Come - Titular  
Antonio Batista de Carvalho Neto - Suplente
- **Mineração Paragominas S.A. (HYDRO)**  
Anderson Baranov - Titular  
Paula Amelia Zanini Marlieri - Suplente
- **Mineração Rio Do Norte S.A. – MRN**  
Guido Roberto Campos Germani - Titular  
Vladimir Senra Moreira - Suplente
- **Mineração Taboca S.A**  
Newton A. Viguetti Filho - Titular  
Ronaldo Lasmar - Suplente
- **Mineração Usiminas S.A.**  
Carlos Hector Rezzonico - Titular  
Marina Pereira Costa Magalhães - Suplente
- **Minerações Brasileiras Reunidas - MBR**  
Octavio Bulcão - Titular  
Marcelo Sampaio - Suplente
- **Mosaic Fertilizantes**  
Adriana Kupcinskas Alencar - Titular  
Emerson Araken Martin Teixeira - Suplente
- **Nexa Resources**  
Jones Belther - Titular  
Guilherme Simões Ferreira - Suplente
- **Samarco Mineração S.A.**  
Rodrigo Alvarenga Vilela - Titular  
Felipe Starling - Suplente
- **Vale**  
Alexandre Silva D´Ambrosio - Titular  
Lauro Angelo Dias de Amorim - Suplente  
Marcello Magistrini Spinelli - Titular  
Vinícius Resende Domingues - Suplente  
Rafael Bittar - Titular  
Helga Paula Patrícia Franco - Suplente





# DIRECTRICES PARA LA GESTIÓN DE SEGURIDAD DE PROCESOS EN LA MINERÍA DE BRASIL

Instituto Brasileño de Minería - BRAM

MAYO | 2024

© 2024 © 2024 Instituto Brasileiro de Mineração  
(IBRAM)

SHIS QL 12 cj 0 (zero) casa 04, Lago Sul.

CEP:71.630-205 – Brasília/DF

Teléfono: (61) 3364-7272

Sitio web:

<http://www.ibram.org.br>

**Diseño gráfico, diagramación, portada e ilustraciones:**

Pablo Frioli

**Fotografías**

Banco de Imágenes y Adobestock

Instituto Brasileiro de Mineração - IBRAM

Directrices para la Gestión de Seguridad de Procesos en la Minería de Brasil. E Book. Organizador, Instituto Brasileiro de Mineração. 1.ed. - Brasília: IBRAM, 2024.

128p. : il.

ISBN: 978-85-61993-19-1

1.Minería 2. Seguridad de Procesos 3.Gestión.

Disponible en: [www.ibram.org.br](http://www.ibram.org.br)

**CDU 622.2.624**

Preparado por Cláudia Franco de Salles Dias

© Todos los derechos reservados

Se permite la reproducción de datos e información contenida en esta publicación, siempre que se cite la fuente

**AGRADECIMIENTOS**

El Instituto Brasileiro de Mineração IBRAM agradece a todos los miembros del Comité de Seguridad de Procesos IBRAM, del Subgrupo 1 Guía Técnica y del Subgrupo 3 Indicadores de Seguridad de Procesos, por sus contribuciones técnicas en la elaboración de estas directrices

**traducción:**

Fernanda Costa Pinto Fontanelli - Nexa Resources  
Luiz Micheloni - Vale

**Autores(as) coordinadores:**

Eduardo de Maio Francisco – Vale  
Juliana de Souza Mello – Vale  
Raquel Redivo Pinto – Vale

**Autores miembros de los Subcomités:**

Adriano Márcio Soares – Nexa Resources  
Andreia Francisco Andrade – Nexa Resources  
Ariadna Gonçalves Moreira – Anglo American  
Carlos Henrique Trindade Silva – Arcelor Mittal  
Daniel José dos Santos – Anglo American  
Eduardo Barbosa de Almeida – Mineração Usiminas  
Eduardo de Maio Francisco – Vale  
Ewerton Rodrigues – Mosaic Fertilizantes  
Fernanda Costa Pinto Fontanelli – Nexa Resources  
Gerson Francisco Brauner – Enaex  
Hellen Mello – Vale  
Julio César Augusto Gomes – Alcoa  
Leonardo Lorenzo Nogueira Figueiredo – Mosaic Fertilizantes  
Leonardo Sileiran Ramos Leite – Vale  
Livia Junqueira Pereira – Anglo American  
Lucas T. Figueiredo – Anglo American  
Raquel Melo Santos – Vale  
Sergio Luiz do Nascimento – Mineração Usiminas  
Wagner de Souza Silva – Anglo American

**Equipo directivo:**

Ariadna Gonçalves Moreira – Anglo American  
Claudia Mara Braga Fernandes Pellegrinelli – IBRAM  
Eduardo de Maio Francisco – Vale  
Juliana de Souza Mello – Vale  
Patrícia de Medeiros Baptista Moreira – Instituto Brasileiro de Mineração - IBRAM  
Raquel Redivo Pinto – Vale  
Wagner de Souza Silva – Anglo American

**Revisores:**

Eduardo Barbosa de Almeida – Mineração Usiminas  
Fernando Antônio Cláudio – Instituto Brasileiro de Mineração - IBRAM  
Juliana De Souza Mello – Vale  
Raquel Redivo Pinto – Vale

# SUMARIO

<b>PREFACIO</b>	<b>12</b>
<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>14</b>
<b>1. ESTRUCTURA DEL MODELO DE GESTIÓN DE SEGURIDAD DE PROCESO EN LA MINERÍA (GSPM)</b>	<b>30</b>
<b>1.1 Modelo de Gestión de Seguridad de Procesos en la Minería (GSPM) (GSPM)</b>	<b>32</b>
<b>1.2 Principios y características de los elementos del GSPM</b>	<b>34</b>
1.2.1 Tecnología	34
1.2.1.1 Paquete Tecnológico	34
1.2.1.2 Identificación de Peligros y Análisis de Riesgos de Procesos y Operaciones	37
1.2.2 Operaciones	39
1.2.2.1 Gestión de Cambios	39
1.2.2.2 Procedimientos Operativos	42
1.2.3 Instalaciones, Equipos y Estructuras	44
1.2.3.1 Calidad Asegurada	44
1.2.3.2 Revisiones de Seguridad de Pre Arranque	46
1.2.3.3 Integridad y Confiabilidad de Activos, Equipos y Estructuras	48
1.2.4 Personas	50
1.2.4.1 Comunicación e Investigación de Incidentes	50
1.2.4.2 Planificación y Respuesta a Emergencias	53
1.2.4.3 Gestión de Contratistas	55
1.2.4.4 Auditoría	57

1.2.5 Liderazgo	58
1.2.5.1 Formación y Desempeño	58
<b>1.3 Interacción entre los elementos del GSPM</b>	<b>62</b>
1.3.1 Tecnología	62
1.3.1.1 Paquete Tecnológico	62
1.3.1.2 Identificación de Peligros y Análisis de Riesgos de Procesos y Operaciones	66
1.3.2 Operaciones	69
1.3.2.1 Gestión de Cambios	69
1.3.2.2 Procedimientos Operativos	73
1.3.3 Instalaciones, Equipos y Estructuras	76
1.3.3.1 Calidad Asegurada	76
1.3.3.2 Revisión de Seguridad de Pre Arranque	80
1.3.3.3 Integridad y Confiabilidad de Activos, Equipos y Estructuras	84
1.3.4 Personas	88
1.3.4.1 Comunicación e Investigación de Incidentes	88
1.3.4.2 Planificación y Respuesta a Emergencias	91
1.3.4.3 Gestión de Contratistas	95
1.3.4.4 Auditoría	100
1.3.5 Liderazgo	101
1.3.5.1 Formación y Desempeño	101

<b>2.</b>	<b>PRINCIPIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL GSPM</b>	<b>102</b>
2.1	Operacionalización del GSPM	106
2.2	Composición del Comité de GSPM	107
2.3	Funciones de los Líderes de los Ejes/Elementos	109
2.4	Funciones del Coordinador del GSPM	111
2.5	Indicadores del sistema de PSM	113

**APÉNDICE I**  
**GUÍA DE IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES DE SEGURIDAD DE PROCESOS PARA LA INDUSTRIA DE LA MINERÍA** **115**

1.1	Objetivo	115
1.2	Aplicación	115
1.3	Requisitos	115
1.3.1	Requisitos Generales	115
1.3.2	Requisito Específico	116
1.3.3	Etapas del proceso	118
1.4	Informe de Indicadores	127
1.5	Conclusión	127

# PREFACIO

La industria minera, como uno de los pilares económicos de Brasil, considera la seguridad y la integridad operativa como principios fundamentales. Los avances tecnológicos y la creciente complejidad de los procesos industriales plantean un desafío constante: la gestión efectiva de la seguridad de los procesos. Este manual, desarrollado por el Instituto Brasileño de Minería (IBRAM), sirve como una guía esencial para todas las empresas del sector, orientando prácticas que promuevan la seguridad, minimicen los riesgos y garanticen la sostenibilidad de las operaciones.

IBRAM, consciente de las responsabilidades involucradas en la operación de procesos industriales, particularmente en el contexto de la minería, entiende que la seguridad no es negociable. Este manual ha sido estructurado para ofrecer una visión integral de las mejores prácticas en la gestión de la seguridad de los procesos, abarcando tanto los aspectos técnicos como organizacionales. Nuestro objetivo es proporcionar a las empresas del sector herramientas para que puedan identificar, evaluar y mitigar riesgos, previniendo incidentes que puedan poner en peligro vidas humanas, el medio ambiente y los activos de las organizaciones.

El propósito de este manual no es solo presentar normas y procedimientos, sino también fomentar una cultura de seguridad que esté integrada en las operaciones diarias. Creemos que la seguridad es el resultado de una gestión efectiva combinada con el compromiso de todas las partes interesadas. Por lo tanto, este documento sirve como una base para construir entornos de trabajo más seguros y para consolidar una industria minera más responsable.

Esperamos que este manual sea un recurso valioso para los profesionales y las empresas de minería, contribuyendo a la promoción de una industria más segura y sostenible. IBRAM reafirma su compromiso con la excelencia en la gestión de la seguridad de los procesos y está listo para seguir apoyando al sector en el desarrollo de prácticas que busquen proteger a las personas y al medio ambiente.

Le deseamos éxito en la implementación de las directrices presentadas aquí.

**Eduardo de Maio Francisco**

PhD,MSc,ChE - AIChE/CCPS Fellow

Coordinador de la Elaboración de este Manual

# PRESENTACIÓN

**E**s con gran satisfacción que presentamos a su consideración la guía “Directrices para la Gestión de Seguridad de Procesos en la Minería de Brasil”, una obra cuidadosamente elaborada por el Instituto Brasileño de Minería IBRAM. Esta guía representa un avance significativo en nuestro camino hacia el fortalecimiento de los compromisos ESG de la Minería en Brasil, promoviendo una cultura de seguridad, responsabilidad y sostenibilidad en nuestro sector.

La publicación ofrece una visión integral de la estructura y las opciones de implementación del Modelo de Gestión de Seguridad de Procesos para la Minería GSPM Inspirado en los principios y conceptos de la Gestión de Seguridad de Procesos PSM el GSPM busca no solo implementar, sino alcanzar la excelencia en la seguridad de procesos en la industria minera brasileña, contribuyendo a la estabilidad operativa, la planificación eficiente y la reducción de costos.

Destinado a profesionales de diversos niveles jerárquicos involucrados en actividades relacionadas con la minería y el beneficio

mineral, esta guía constituye una valiosa fuente de orientación y buenas prácticas Para CEOs, directores, gerentes, ingenieros, supervisores, operadores y profesionales de seguridad, las directrices contenidas en esta guía son esenciales para promover un ambiente de trabajo seguro y responsable.

La guía refleja el compromiso del IBRAM y de las empresas mineras asociadas con la seguridad y la excelencia operativa en la industria minera brasileña. Estamos seguros de que esta publicación se convertirá en un recurso valioso para todos los profesionales involucrados en el sector, contribuyendo a un futuro más seguro y sostenible.

Atentamente,

**Raul Jungmann**

Director-Presidente Instituto Brasileño de Minería (IBRAM)



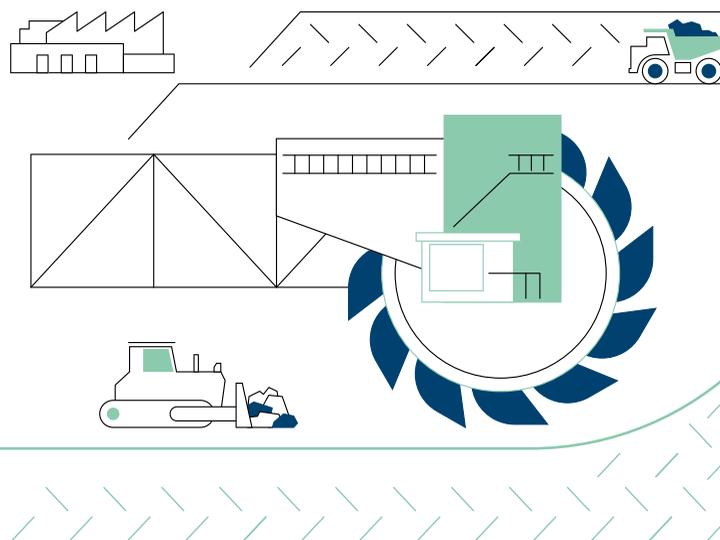
# INTRODUCCIÓN

**E**L Instituto Brasileño de Minería ( es una organización privada, sin fines de lucro, con acciones orientadas a construir una nueva perspectiva de futuro para la minería brasileña, trazando estrategias y liderando la transición del sector hacia un escenario aún más productivo, sostenible, seguro y responsable con todos a su alrededor

Según el IBRAM, la minería puede, y debe, ser un motor para el desarrollo, impulsando avances en tecnología, contribuyendo activamente a un estilo de vida equilibrado e inclusivo, con cuidado hacia las personas y el medio ambiente.

En este sentido, en 2019 el IBRAM, a través de la Carta Compromiso, que posteriormente siguió la tendencia mundial, se transformó en acciones responsables para cumplir con el movimiento ESG (medio ambiente, responsabilidad social y gobernanza), asumiendo un compromiso importante con la sociedad contribuir a la transformación de la industria minera, movilizand o a las empresas del sector para pensar juntas en un futuro mejor.

Con el objetivo de impulsar esta transformación cultural, se han incluido iniciativas relacionadas con la seguridad de las operaciones, con un compromiso genuino de devolver a la sociedad la confianza, admiración y respeto por las operaciones de la industria minera.



Para el IBRAM, la identificación completa de peligros y la gestión efectiva de riesgos son condiciones esenciales para asegurar que las operaciones de cualquier actividad económica se lleven a cabo con niveles de seguridad aceptables o superiores a los estándares requeridos. En el caso de accidentes industriales ampliados, se observa que el enfoque de gestión de riesgos operativos centrado exclusivamente en la Seguridad Ocupacional no es suficiente para abordar estos nuevos desafíos de la industria minera, ya que la respuesta a los factores contribuyentes de eventos que pueden afectar no solo a los trabajadores, sino también al medio ambiente, las comunidades vecinas y las personas dentro de ellas, abarca otros aspectos técnicos relacionados con los procesos, que generalmente no están contemplados por esa disciplina.

Como parte de las iniciativas derivadas de los compromisos ESG (sociales y de gobernanza) de la minería, se creó el Comité de Seguridad de Procesos del IBRAM, con el objetivo de desempeñar un papel fundamental en la difusión y fortalecimiento de la cultura de Seguridad de Procesos en la minería. La actuación del comité ha promovido el intercambio de conocimientos entre los representantes de las empresas firmantes y sinergias entre

las iniciativas de instituciones de referencia, como el ICMM (*International Council on Mining and Metals*) y el CCPS (*Center for Chemical Process Safety*) creando colaboraciones especiales entre estos organismos y la minería brasileña.

La Gestión de la Seguridad de Procesos (PSM - *Process Safety Management*) contribuye significativamente a hacer las operaciones más estables, ya que el control y monitoreo de los riesgos reducen la probabilidad de paradas de producción debido a eventos no deseados y proporcionan la información necesaria para la correcta asignación de recursos. Por lo tanto, además de la seguridad, se obtienen beneficios en planificación, reducción de costos y aumento de la productividad debido a la fiabilidad de los sistemas.

En este contexto, el IBRAM, respaldado por las empresas del sector, ha delineado tres iniciativas importantes que buscan promover acciones específicas para introducir el concepto de Seguridad de Procesos en el segmento, a saber

- 1.** Elaborar una guía técnica que defina directrices y buenas prácticas para implementar un viaje de Seguridad de Procesos para la minería;
- 2.** Crear un centro de excelencia en Seguridad de Procesos del sector minero en el IBRAM, para compartir y desarrollar buenas prácticas;
- 3.** Crear un informe anual interno sobre Seguridad de Procesos a través de foros específicos entre empresas del sector minero.

Esta guía consultiva y sus apéndices están destinados a las empresas asociadas al IBRAM y otras compañías mineras, materializando la iniciativa anteriormente mencionada, con el objetivo de desarrollar el enfoque de Seguridad de Procesos en el sector minero, en consonancia con la Carta de Compromiso firmada en 2019.

# OBJETIVO

**E**sta guía describe la estructura y las alternativas de implementación del Modelo de Gestión de Seguridad de Procesos para la Minería (GSPM) compuesto por cinco ejes desglosados en doce elementos, así como los principios y con características de estos elementos y su interrelación, basados en las directrices y conceptos del PSM (Gestión de la Seguridad de Procesos), con el objetivo de implementar y alcanzar la excelencia en Seguridad de Procesos en la industria minera.

# APLICACIÓN

**E**sta guía será útil para cualquier persona involucrada en actividades relacionadas con los procesos de minería y beneficio, así como para aquellos que realicen actividades que puedan impactar directa o indirectamente los riesgos relacionados con los procesos y operaciones de la organización, en todos los niveles jerárquicos CEO's, directores, gerentes, ingenieros de proceso, supervisores, operadores de producción, técnicos de mantenimiento, gerentes y profesionales de seguridad, y funciones de empresas contratadas, así como profesionales de recursos humanos, suministros, legal, ingeniería y proyectos, investigación y desarrollo de productos y procesos, y cualquier persona directamente vinculada con la ejecución de actividades del Sistema de Gerenciamiento de Seguridad de Procesos.

Las organizaciones deben decidir cómo utilizar este guía, basándose en su estrategia corporativa para la seguridad, el grado de madurez de la cultura de seguridad, la estructura organizativa y otros factores. Los sistemas de gestión existentes pueden ser aprovechados, mejorados o adaptados para cumplir con los requisitos de seguridad de procesos establecidos por el Modelo de Gestión de Seguridad de Procesos para la Minería (GSPM).

A continuación, se presentan algunas opciones para utilizar este documento.

- Utilizar este guía como referencia para implementar el modelo en su empresa;
- Adaptar o combinar los sistemas de gestión existentes, para incluir los aspectos de Seguridad de Procesos establecidos en esta guía, reformulando los procesos actuales y complementando el sistema de gestión con nuevos procesos o actividades faltantes;
- Utilizar esta guía como referencia para mejorar un elemento particular del sistema de gestión existente.



# SIGLAS Y DEFINICIONES

**Activos operativos** - un proceso/estructura/instalación involucrado en el uso, almacenamiento, fabricación, manejo o transporte de materiales peligrosos y/o en la extracción, beneficio, procesamiento, transporte o almacenamiento de mineral y de desecho También se refiere a equipos como recipientes, sistemas de tuberías, controles, sistemas de seguridad, servicios públicos y otros elementos que componen tales procesos/estructuras/instalaciones.

**Análisis de riesgo** - estudio o análisis de riesgo asociado a un conjunto de actividades o a la lista de escenarios de potenciales accidentes. Un análisis de riesgo normalmente considera los tres atributos del riesgo (¿Qué puede salir mal? ¿Qué tan grave puede ser? ¿Con qué frecuencia puede ocurrir?). Un análisis de riesgo puede proporcionar resultados cualitativos o cuantitativos.

**Apetito por el riesgo** - cantidad y tipo de riesgos que una organización está preparada para buscar, retener o asumir.

**Área de alcance** - delimitación geográfica en la que ocurren las actividades/procesos bajo la responsabilidad directa de las organizaciones.

**Auditoría** - una revisión sistemática e independiente para verificar el cumplimiento con estándares prescritos de cuidado, utilizando una revisión de proceso para asegurar que tenga consistencia y permitir que el auditor alcance conclusiones justificables.

**Ciclo de vida del activo** - etapas por las cuales un activo (físico y no físico, como infraestructura y equipos) pasa desde su creación hasta su extinción/desmovilización. Estas etapas incluyen la concepción, el diseño, la adquisición, la implementación, la operación, el mantenimiento, el descomisionamiento y la eliminación.

**Contención secundaria** - equipos o activos diseñados para contener materiales y/o energías peligrosas liberadas en la contención primaria. Los sistemas de contención secundaria

incluyen, pero no se limitan a diques alrededor de tanques, barreras alrededor de equipos de proceso, sistemas de recolección de drenaje o recolección de aceite, entre otros.

**Costo directo** - incluye solo los costos de reparación y/o reemplazo del activo impactado, así como los costos de limpieza y respuesta a emergencias. No se deben considerar los costos indirectos.

**Documentos externos** - conjunto de referencias externas, normas técnicas, normas extranjeras y legislación nacional aplicable.

**Eje del sistema** - conjunto de elementos del sistema de gestión de seguridad de procesos que tienen afinidades en su alcance.

**Elemento** - división básica de un sistema de gestión de seguridad de proceso relacionado con un tipo específico de trabajo, como por ejemplo, gestión de cambios (por sus siglas en inglés).

**Emergencia** - evento que requiere atención inmediata, ya que implica un desastre consumado o potencial.

**Energía peligrosa** - energía química, mecánica, hidráulica, neumática, térmica, cinética y radiación con potencial para causar daños a personas, medio ambiente, propiedad o comunidad. Estas energías deben estar asociadas con controles que impidan su liberación no planificada o no controlada.

**Equipo** - un componente físico que puede definirse en términos de componentes mecánicos, eléctricos o de instrumentación contenidos dentro de sus límites.

**Equipo, instalación o estructura crítica para la seguridad de procesos** - equipos, estructuras, instalaciones, sistemas de control y monitoreo cuyo mal funcionamiento o falla pueden resultar en la liberación catastrófica, no controlada y no planificada de energías o materiales peligrosos, o cuya operación adecuada es necesaria para mitigar las consecuencias de tales liberaciones.

**Estructura** - edificios, bases y/o partes de equipos cuya función es sostener o contener energías, como estructuras de cualquier naturaleza, incluidas civiles, geotécnicas, metálicas, etc.

**Evento de seguridad de procesos** - eventos potencialmente catastróficos que generan una liberación no planificada o no controlada de energía o material peligroso (pérdida de contención) que puede resultar en impactos a equipos y/o activos operativos, impactos al medio ambiente o daños a personas.

**Nota:** Involucra la actuación o ausencia de controles/barreras/salvaguardas de instalaciones operativas dentro de un área de cobertura preestablecida destinada a actividades de minería, beneficio, procesamiento, producción y transferencia/transporte de productos y materiales

**Instalación** - conjunto de equipos, sistemas y estructuras diseñados para procesar parte o la totalidad de la producción de un bien o servicio en una unidad de producción. Es el lugar donde se ejecuta una actividad del sistema de gestión. En las etapas iniciales del ciclo de vida, una instalación puede ser el laboratorio central de investigación de la empresa, una planta piloto o las oficinas de ingeniería de un proveedor de tecnología. En etapas posteriores, la instalación puede ser una unidad típica de beneficio o procesamiento, terminal de almacenamiento, centro de distribución u oficina corporativa. En el contexto de este documento, una instalación puede ser una parte o toda una planta, unidad, sitio, complejo o cualquier combinación de estos.

**Líder del elemento** - persona responsable de coordinar la implementación, mantenimiento y mejora del elemento bajo su responsabilidad.

**Material altamente tóxico** – cualquier material que, debido a sus propiedades físicas (por ejemplo, alta volatilidad) y toxicidad, considerando las cantidades utilizadas, representa un riesgo para las personas.

**Material peligroso** – sustancia con potencial de causar daños debido a sus propiedades químicas (inflamabilidad, toxicidad, corrosividad, reactividad, asfixiantes) o físicas (presión, temperatura), incluyendo materiales no tóxicos y no inflamables (vapor, agua caliente, nitrógeno, CO<sub>2</sub>, aire comprimido).

**Operaciones** – conjunto de actividades desarrolladas por diferentes áreas de una organización entre la partida y la parada de una instalación y que contribuyen para su funcionamiento, según una visión de negocios.

**Peligro** – fuente o situación con potencial de provocar riesgos a personas, propiedades, o ambiente de trabajo o una combinación de los mismos.

**Pérdida de contención primaria** – una liberación no planeada o no controlada de energía o material peligroso de contención primaria (como una tubería, un tanque, un vaso de transporte o de almacenamiento), incluyendo materiales no peligrosos (como no tóxicos y no inflamables), aunque esa liberación sea direccionada para instalaciones proyectadas para servir como contención secundaria (ejemplo: recipiente de contención, diques, etc):

**Probabilidad** – la medida de frecuencia de ocurrencia esperada de un evento.

**Producto peligroso** – cualquier sustancia potencialmente capaz de causar daño a personas, al patrimonio o al medio ambiente, en función de sus propiedades químicas (inflamabilidad, toxicidad, corrosividad, reactividad, y potencial de causar asfixia)

o físicas (presión y temperatura); son ejemplos de productos peligrosos (hidrocarbonatos, vapor de agua condensada, agua caliente, fluido de perforación, aire comprimido, nitrógeno, CO<sub>2</sub> comprimido, entre otros fluidos).

**RBPS** – *Risk Based Process Safety* (Gestión de Seguridad de Procesos Basada en Riesgos) conjunto de directrices para la gestión de seguridad de procesos basado en 4 pilares y 20 elementos propuesto por el CCPS (Centro para la Seguridad de Procesos Químicos).

**Responsabilidad de linha** – responsabilidad y autoridad de las personas involucradas en las operaciones diarias de una organización que son esenciales para alcanzar los objetivos de la empresa establecidos en sus metas y valores corporativos.

**Riesgo** – combinación entre probabilidad y severidad de ocurrencia de un evento que pueda impactar negativamente en las personas, medio ambiente y la continuidad de la empresa.

**Severidad** – una medida de cuán dañino o perjudicial puede ser un evento.

**Tier 1** – eventos con mayores consecuencias

**Tier 2** – eventos con menores consecuencias

## SIGLAS

**AIChE** - *American Institute of Chemical Engineers*

**ANSI** - *American National Standards Institute*

**AIChE** - Instituto Americano de Ingenieros Químicos (*American Institute of Chemical Engineers*)

**ANSI** - Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (*American National Standards Institute*)

**API** - Instituto Americano del Petróleo (*American Petroleum Institute*)

**CCPS** - Centro para la Seguridad de Procesos Químicos (*Center for Chemical Process Safety*)

**DGL** - Lista de Mercancías Peligrosas (*Dangerous Goods List*)

**EAR** - Estructura de Almacenamiento de Desechos

**ESG** - Medio Ambiente, Social y Gobernanza (*Environmental, Social & Governance*)

**GSPM** - Gestión de Seguridad de Procesos para la Minería

**ICMM** - Consejo Internacional de Minería y Metales (*International Council on Mining and Metals*)

**IT** - Instrucción de Trabajo

**ITPM** - Programa de Inspección, Prueba y Mantenimiento Preventivo

**LOPC** - Pérdida de Contención Primaria (*Loss of Primary Containment*)

**MOC** - Gestión del Cambio (*Management of Change*)

**PR** - Procedimiento

**PRD** - Dispositivo de Alivio de Presión (*Pressure Relief Device*)

**PSE** - Evento de Seguridad de Proceso (*Process Safety Event*)

**PSE1** - Evento de Seguridad de Proceso Tier 1 (*Process Safety Event Tier 1*)

**PSE2** - Evento de Seguridad de Proceso Tier 2 (*Process Safety Event Tier 2*)

**PSSR** - Revisión de Seguridad Pre-inicio de Operaciones (*Pre Start Up Safety Review*)

**RNC** - Informe de No Conformidad

**SSMA** - Seguridad, Salud y Medio Ambiente

**TIH** - Peligro de Inhalación Tóxica (*Toxic inhalation hazard*)

**TQ** - Cantidad Umbral (*Threshold Quantity*)

# 1. ESTRUCTURA DEL MODELO DE GESTIÓN DE SEGURIDAD DE PROCESO EN LA MINERÍA (GSPM)

# 1





El modelo desarrollado por el IBRAM para el Gerenciamiento de Seguridad de Proceso en la Minería (GSPM) se basa en las directrices y principios del PSM - Gestión de la Seguridad de Procesos. PSM es la aplicación de controles y actividades de gerenciamiento de manera que los peligros y riesgos del proceso sean identificados, entendidos y controlados para eliminar lesiones e incidentes relacionados con procesos a lo largo de todo su ciclo de vida.

Estos eventos de Seguridad de Procesos son potencialmente catastróficos y generan una liberación no planeada o no controlada de energía o materiales peligrosos (pérdida de contención) que pueden resultar en impactos a equipos y/o activos operativos, impactos al medio ambiente o daños a personas. Usualmente, involucra la presencia o ausencia de controles/barreras/salvaguardas de instalaciones operativas, dentro de un área de cobertura preestablecida destinada a actividades de minería, beneficio, procesamiento, producción y transferencia/transporte de productos y materiales.

**NOTA:** El diagrama de flujo para caracterizar un evento de Seguridad de Proceso, así como algunos ejemplos de estos eventos, se encuentran en el Apéndice I de esta guía técnica.

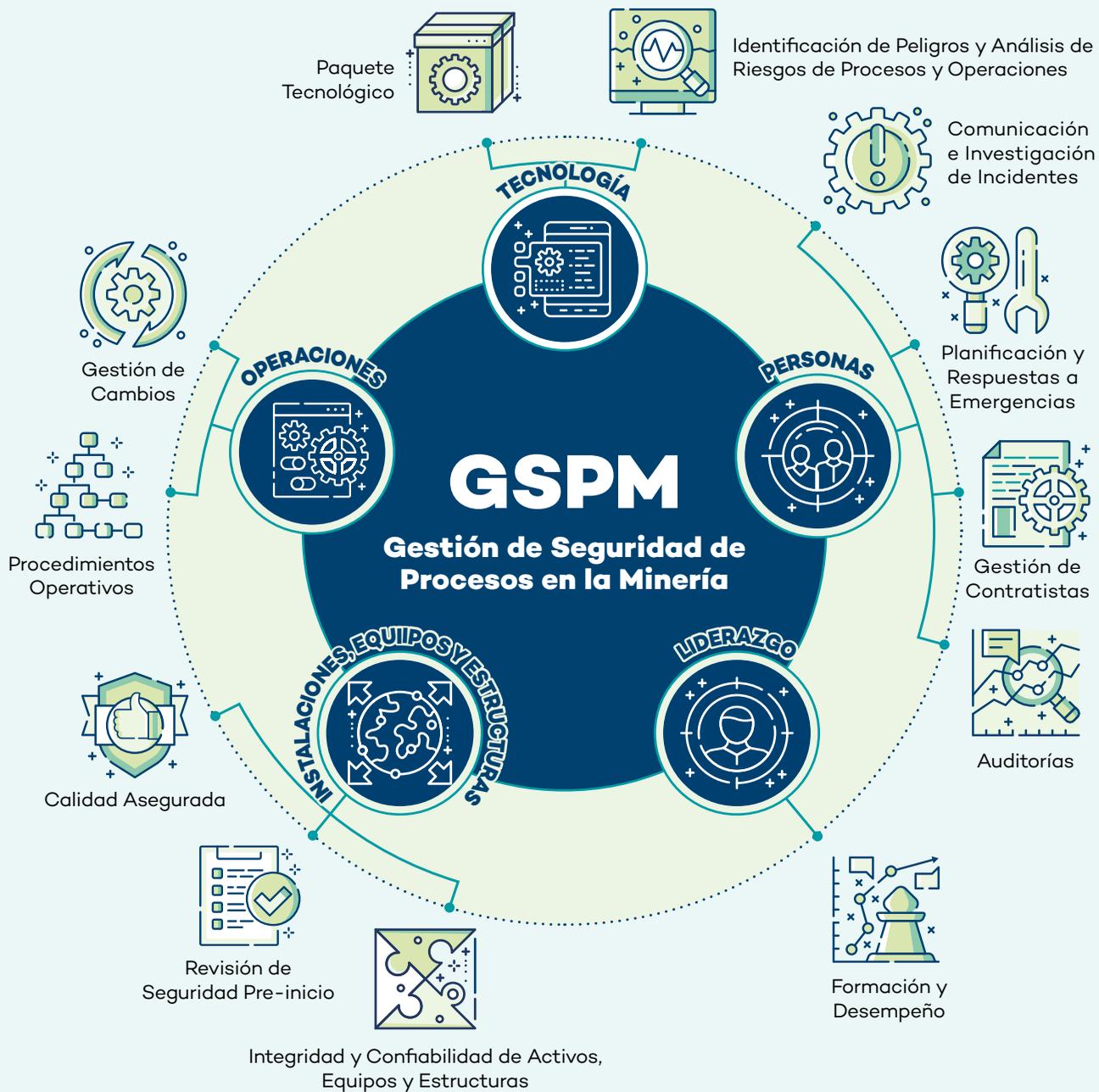


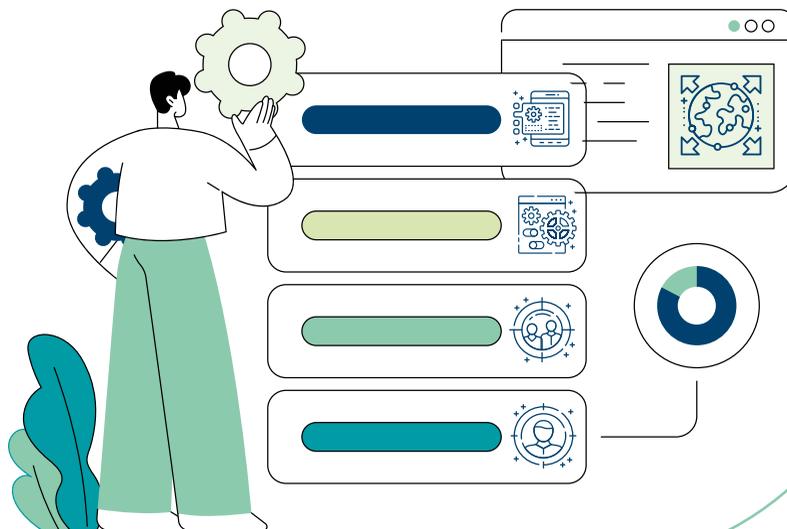
## 1.1 Modelo de Gestión de Seguridad de Procesos en la Minería (GSPM)

El Modelo de Gestión de Seguridad de Procesos para la Minería (GSPM) está compuesto por cinco ejes (Tecnología, Operaciones, Instalaciones, Equipos y Estructuras, Personas y Liderazgo) desglosados en doce elementos, según se muestra en la figura 1.

El modelo GSPM está alineado con las principales referencias para la construcción de sistemas de gerenciamiento de Seguridad de Procesos (PSM) y con la equivalencia de cada elemento con los elementos constitutivos de estas referencias, pero con enfoque en el proceso minero, optimizando su entendimiento, aplicación y generación de beneficios para el sector y todas las demás partes interesadas (*stakeholders*).

**Figura 1: Gestión de Seguridad de Procesos en la Minería - GSPM**





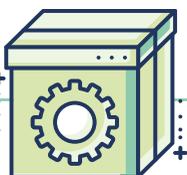
## 1.2 Principios y características de los elementos del GSPM

A continuación se presenta una descripción de los principios que rigen los elementos del GSPM y las características principales de sus actividades:

### 1.2.1 Tecnología



#### 1.2.1.1 Paquete Tecnológico



#### PRINCIPIO

El elemento Paquete Tecnológico describe los procesos u operaciones y proporciona las bases técnicas que permiten la identificación y comprensión de los peligros y riesgos asociados.

El Paquete Tecnológico también proporciona los procedimientos operativos para una comprensión clara de la secuencia operativa y de los parámetros para aquellos que están operando el proceso. Estos procedimientos también definen claramente los límites de operación del proceso, el control de seguridad, salud y medio ambiente, los peligros de seguridad operativa y las medidas preventivas para evitar incidentes de seguridad operativa.

Desde la etapa de diseño, es esencial identificar y listar todos los equipos, estructuras, sistemas y dispositivos de protección críticos. Estos deben ser diseñados e instalados para asegurar la seguridad de los procesos, las personas y el medio ambiente, así como para mantener la integridad de las instalaciones. Esta lista debe estar completa antes de la puesta en marcha de las instalaciones.

## **CARACTERÍSTICAS**

Sus actividades se caracterizan por:

- Enumerar los peligros de materiales, productos, energías y sustancias;
- Listar los datos químicos y físicos, en forma de especificaciones para productos finales, intermediarios, subproductos, insumos, materias primas, residuos mineros y efluentes;
- Datos de reactividad de productos, materiales y materias primas;
- Listar materias primas, residuos y productos terminados;
- Describir los aspectos del proceso, como sus principales transformaciones de materiales, balances de masa y energía, operaciones unitarias, etc.;
- Base del diseño del proceso (diseño conceptual);

- Incluir etapas y límites del proceso;
- Incluir las consecuencias de desviaciones de los límites establecidos;
- Describir datos importantes para el diseño de equipos y estructuras;
- Definir equipos y estructuras críticos para el GSPM;
- Hacer referencia a códigos, normas, legislaciones aplicables y prácticas de ingeniería reconocidas utilizadas;
- Datos e información para la elaboración de procedimientos
- Operativos y prácticas seguras;
- Desarrollado y documentado para cada proceso;
- Consistente con la información de seguridad del proceso;
- Formato, lenguaje y gráficos claros de seguridad, salud y medio ambiente;
- Consciente de los peligros de Seguridad Operativo;
- Señala las medidas preventivas de incidentes de Seguridad Operativa;
- Cubre todas las etapas y fases del proceso;
- Contenido siempre actualizado;
- Verificado, revisado, aprobado y autorizado;
- Fácilmente accesible.



## 1.2.1.2 Identificación de Peligros y Análisis de Riesgos de Procesos y Operaciones

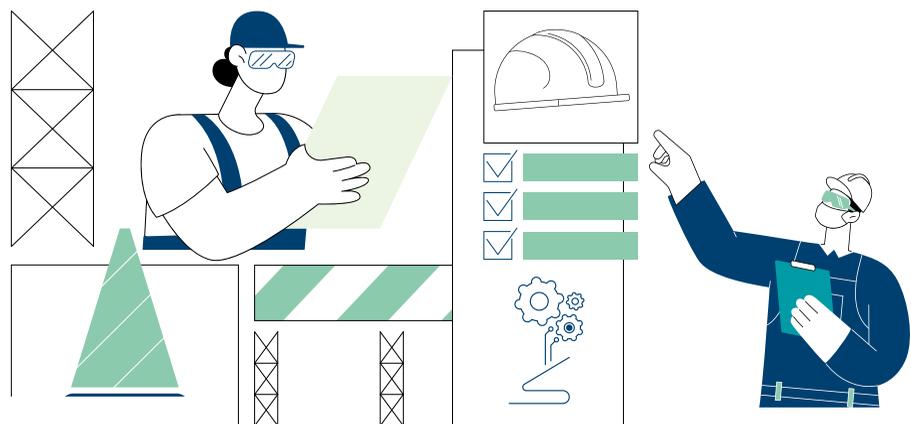
### PRINCIPIO

La Identificación de Peligros y Análisis de Riesgos de Procesos y Operaciones es un conjunto de técnicas cualitativas, semicuantitativas y cuantitativas utilizadas para identificar los peligros, analizar los escenarios y las consecuencias derivadas de los peligros identificados, y clasificar el riesgo según los criterios de aceptabilidad de la organización. Esto incluye, por ejemplo, el uso de una matriz de riesgo, criterios de apetito por el riesgo, etc., y la definición de medidas de control, barreras o salvaguardas.

### CARACTERÍSTICAS

- Identifica los peligros y analiza los riesgos en proyectos, instalaciones y sistemas productivos, incluyendo estructuras de cualquier naturaleza, plantas de beneficio, minas subterráneas, túneles y transporte de productos y materias primas;
- Analiza las consecuencias y realiza simulaciones hipotéticas de pérdida de contención (como la ruptura de una presa, por ejemplo);
- Revisa los análisis de riesgo basándose en información y lecciones aprendidas de otros eventos, cuando hay cambios en el proceso, normativas y legislaciones aplicables, así como cuando exista una demanda justificada de las partes interesadas;
- Selecciona los escenarios prioritarios según los criterios de gravedad del riesgo, apetito por el riesgo y gobernanza de la organización;
- Predice los efectos adversos causados por los escenarios identificados;
- Revisa periódicamente la lista de peligros aplicables al ciclo de vida de los procesos y operaciones mineras.

- Analiza instalaciones y operaciones siguiendo metodologías reconocidas, de manera organizada y basada en hechos, datos históricos y eventos pasados, considerando factores humanos, normativas, buenas prácticas vigentes, conocimientos técnicos del proceso y operaciones (tecnología aplicada), criterios de evaluación para el nivel de riesgo (probabilidad, severidad y matriz de riesgo);
- Analiza especificaciones e información sobre seguridad en el manejo, almacenamiento y procesamiento de productos finales e intermedios, subproductos, efluentes, desechos de minería, materias primas, insumos y rocas reactivas, como reactividad, toxicidad, comportamiento específico en condiciones riesgosas, interacciones geoquímicas, entre otros;
- Revisa los análisis de riesgo dentro de un plazo mínimo según criterios definidos por la organización;
- Indica las metodologías de análisis de riesgo más adecuadas para cada etapa del ciclo de vida y características del proceso y operaciones;
- Define la composición mínima del equipo multidisciplinario que participa en el análisis de riesgo y especifica las competencias de su líder, según cada etapa del ciclo de vida y las características del proceso y operaciones;
- Establece la gobernanza para documentar los resultados de los análisis de riesgo, incluyendo los escenarios analizados, recomendaciones y planes de acción generados, facilitando la consulta, trazabilidad y comunicación entre las personas involucradas.
- Establece los plazos para la retención de documentos relacionados con los análisis de riesgos durante todo el ciclo de vida del proceso y las operaciones, cumpliendo también con los requisitos legales y regulatorios;
- Fomenta e incentiva la participación de los trabajadores en los análisis de riesgos.



## 1.2.2 Operaciones



### 1.2.2.1 Gestión de Cambios



#### PRINCIPIO

Cambios en procesos, tecnología, equipos, procedimientos, instalaciones, estructuras de cualquier naturaleza y en productos, insumos y materias primas potencialmente impactan las evaluaciones de peligro y análisis de riesgo anteriores a los cambios y pueden crear nuevos riesgos o alterar aquellos existentes. Por lo tanto, todos los cambios deben ser documentados, analizados y se debe evaluar la necesidad de actualizar la información del Paquete Tecnológico según la naturaleza del cambio implementado. Se entienden como cambios en el proceso aquellos que proponen cualquier alteración con respecto al proyecto original.

Los cambios que no son simples sustituciones deben recibir una revisión de los peligros relacionados con la seguridad del proceso antes de su implementación. Se requiere un nivel mínimo de ex-

perencia y conocimientos colectivos del grupo responsable del cambio y la participación de las áreas impactadas para asegurar una base sólida en las decisiones que puedan afectar la seguridad del proceso. Es necesario evaluar la necesidad de análisis complementarios de otras disciplinas antes de la implementación. La Gestión de Cambios asegura que se apliquen medidas de control de riesgo antes de su implementación.

Cambios en el personal, así como en la tecnología o las instalaciones, potencialmente afectan las revisiones de riesgos de proceso realizadas anteriormente, las cuales se basaron en el grado de conocimiento del equipo disponible en ese momento. Por lo tanto, para las posiciones organizativas definidas como críticas, es necesario un proceso de preparación, sucesión y reemplazo.

El elemento de Gestión de Cambios también es aplicable a estructuras geotécnicas. Cambios en el propósito de la estructura, así como cambios en las condiciones de contorno y en el plan director del área (ya sea de manera controlada o no), cambios en el diseño a lo largo de la obra debido a incertidumbres geológico-geotécnicas, cambios en la realidad en campo respecto a las premisas del proyecto, entre otros casos, deben ser gestionados y analizados utilizando un proceso estructurado. Esto también debe considerar los impactos del cambio en la propia estructura geotécnica, en las áreas adyacentes y en las operaciones relacionadas.

Los cambios causados por modificaciones en la legislación y normativa aplicable también deben ser abordados por el elemento de Gestión de Cambios.

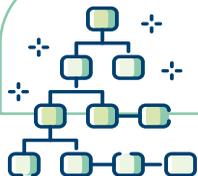
## **CARACTERÍSTICAS**

La Gestión de Cambios se caracteriza por:

- Establecer el proceso de análisis de los cambios propuestos, documentar las fases necesarias para su autorización y

registrar las decisiones tomadas, centrándose en el propósito, la base técnica, la descripción del cambio, los factores de seguridad, salud y medio ambiente, los cambios en los procedimientos operativos, la actualización del paquete tecnológico, la estrategia de mantenimiento, las necesidades de capacitación y comunicación, los límites de tiempo y cantidad, la aprobación y autorización;

- Verificar que las recomendaciones hechas durante el proceso de gestión de cambio, incluyendo aquellas provenientes de análisis de riesgo, hayan sido cumplidas adecuadamente;
- Definir y comprender qué constituye un cambio potencialmente capaz de impactar la seguridad operativa;
- Definir y clasificar los tipos de cambio (temporales o definitivos, sutiles o tecnológicos, etc.);
- Establecer procedimientos escritos para el proceso de Gestión de Cambios, considerando los tipos de cambio y la complejidad involucrada;
- Revisar todos los cambios en la instalación que no sean reemplazo del mismo tipo y cambios tecnológicos, incluidos los que impacten en estructuras de cualquier naturaleza;
- Asegurar que se consideren los requisitos de Seguridad de Proceso antes de la implementación de los cambios;
- Si es necesario, indicar la necesidad de modificar los procedimientos operativos y capacitar al personal antes de la implementación.



## 1.2.2.2 Procedimientos Operativos

### PRINCIPIO

Para la conducción segura de las operaciones, se requieren procedimientos escritos que describan los pasos, herramientas y métodos para llevar a cabo las actividades relacionadas con los procesos y operaciones. Estos procedimientos deben incluir instrucciones para resolver problemas cuando ocurran situaciones inesperadas o fuera del estándar establecido, y para realizar una parada de emergencia cuando sea necesario. Los procedimientos deben contener información básica para que el ejecutante de la actividad pueda comprender los peligros, las herramientas, los equipos y las medidas de prevención y control. De esta manera, se puede verificar y confirmar si el proceso o actividad se está llevando a cabo según lo esperado.



El alcance de este elemento se limita a los procedimientos relacionados con las tareas y operaciones necesarias para iniciar, operar y detener los procesos de manera segura y respetuosa con el medio ambiente, incluidas las situaciones de emergencia.

## **CARACTERÍSTICAS**

Los Procedimientos Operativos se caracterizan por:

- Definir los controles de gestión de procedimientos: autoridad para la elaboración, revisión y aprobación; proceso de elaboración y revisión; métodos de comunicación; tipos de documentos; información mínima que debe incluir el documento, etc.;
- Definir y controlar el formato y contenido de cada tipo de procedimiento, asegurando que la información sea clara y concisa, con un lenguaje accesible al público objetivo;
- Controlar las revisiones y listas de documentos;
- Especificar roles y responsabilidades para cada actividad;
- Determinar los métodos, herramientas, equipos y recursos para realizar las actividades u operaciones de manera segura;
- Definir los límites de operación seguros y los procedimientos en casos de desviaciones de la condición estándar o emergencias;
- Estandarizar el método de operación y el uso de recursos, equipos, instalaciones y estructuras;
- Elaborar procedimientos operativos considerando las evaluaciones de riesgos y las medidas de prevención y control recomendadas.



## 1.2.3 Instalaciones, Equipos y Estructuras



### 1.2.3.1 Calidad Asegurada

#### PRINCIPIO

Los esfuerzos de la Calidad Asegurada se aplican a todos los nuevos proyectos, adquisiciones y modificaciones, con el objetivo de asegurar que los equipos, instalaciones y estructuras relevantes para la Seguridad del Proceso sean:

- Fabricados, montados o construidos según las especificaciones del diseño;
- Entregados y almacenados adecuadamente de acuerdo con las especificaciones del diseño y las instrucciones del fabricante;
- Montados, instalados y desmontados conforme a las especificaciones del diseño;

- Diseñados por un profesional legalmente habilitado, con competencia comprobada en la disciplina.

## **CARACTERÍSTICAS**

La Calidad Asegurada se caracteriza por:

- Asegurar que las bases y criterios de los equipos, instalaciones y estructuras críticas para la Seguridad de Procesos estén disponibles para el personal de operación, mantenimiento, adquisiciones y contratistas;
- Asegurar que los equipos, instalaciones y estructuras críticas para la Seguridad de Procesos sean construidos, fabricados e instalados o implementados de acuerdo con las especificaciones del diseño, las recomendaciones de los fabricantes, los requisitos legales y normativos, y los análisis de riesgo;
- Ejecutar inspecciones de equipos, instalaciones y estructuras críticas para la Seguridad de Procesos durante la fabricación, montaje, entrega, instalación y mantenimiento;
- Documentar las inspecciones de los equipos, instalaciones y estructuras críticas para la Seguridad de Procesos;
- Asegurar que la lista de ítems y servicios críticos para la Seguridad de Procesos sea entregada y utilizada por el área responsable de estas adquisiciones como referencia durante el proceso de compra;
- Garantizar la competencia técnica y la adecuación de las instalaciones de fabricantes y prestadores de servicio.



### 1.2.3.2 Revisión de Seguridad Pre-inicio

#### PRINCIPIO

La Revisión de Seguridad de Pre-inicio representa una verificación final del equipo, instalación o estructura nuevos, modificados, en desmantelamiento o en situaciones rutinarias en las que exista un riesgo relevante para la Seguridad de Procesos. Este elemento asegura que todos los aspectos de la Seguridad de Procesos hayan sido debidamente considerados y que la instalación, el equipo o la estructura estén en condiciones seguras para su operación.

Realiza un diagnóstico estructurado para determinar si el proceso, activo o instalación está listo para iniciar operaciones. También define las acciones correctivas necesarias para resolver cualquier no conformidad identificada. Durante el desmantelamiento, es esencial realizar una revisión de seguridad pre-arranque antes de iniciar cualquier actividad. Esto reduce de forma significativa la probabilidad de incidentes durante el proceso.

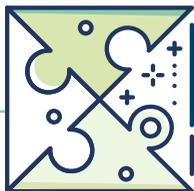
La Revisión de Seguridad de Pre-inicio establece los criterios y requisitos de verificación para cada situación de arranque, según el contexto, ya sea un arranque complejo, intermedio o rutinario.

#### CARACTERÍSTICAS

Las Revisiones de Seguridad de Pre-inicio se caracterizan por:

- Realizar revisiones de seguridad en instalaciones y estructuras nuevas o modificadas, a través de un equipo multidisciplinario;
- Confirmar los siguientes puntos durante las revisiones:
  - ☞ Si la construcción, equipo o estructura (civil, geotécnica, etc.) está conforme a las especificaciones del Paquete Tecnológico;

- ☞ Si las premisas de los proyectos de Geotecnia fueron confirmadas y corregidas, si es necesario, durante la construcción;
  - ☞ Si todos los elementos del GSPM (Gestión de Seguridad de Procesos y Operaciones) fueron adecuadamente considerados;
  - ☞ Si todas las recomendaciones del análisis de riesgos de procesos y operaciones requeridas antes del arranque fueron cumplidas;
  - ☞ Si las consideraciones básicas de seguridad, salud y medio ambiente son adecuadas;
  - ☞ Si los procedimientos fueron implementados y si el equipo de operación fue capacitado;
- Asegurar el cumplimiento de pruebas e inspecciones pre-inicio;
  - Desarrollar listas de verificación de pre-arranque adecuadas y adaptadas a cada aplicación, con requisitos generales y específicos mínimos, dependiendo de la aplicación;
  - Definir roles, responsabilidades y el equipo multidisciplinario que llevará a cabo la Revisión de Seguridad de Pre-inicio;
  - Definir qué elementos cuya no conformidad impide el inicio de las operaciones de producción;
  - Delegar la autoridad al responsable de realizar el seguimiento de las acciones correctivas solicitadas, las cuales pueden completarse después del inicio de la operación de la instalación, sin comprometer la seguridad del proceso;
  - Confirmar que la instalación está en condiciones seguras y otorgar la autorización formal para el inicio



### 1.2.3.3 Integridad y Confiabilidad de Activos, Equipos y Estructuras

#### PRINCIPIO

Asegurar que los activos, equipos y estructuras estén disponibles y sean adecuados para el propósito al que están destinados a lo largo de su vida útil, garantizando la disponibilidad y seguridad de los sistemas críticos para la Seguridad de Procesos según los criterios técnicos definidos. La integridad de los activos, equipos y estructuras es crucial para garantizar la seguridad de las personas, la protección del medio ambiente y la productividad de las operaciones.

#### CARACTERÍSTICAS

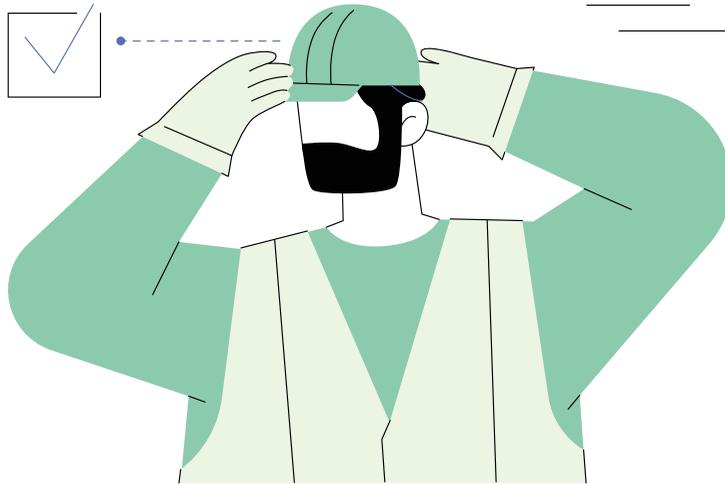
La Integridad y Confiabilidad de Activos, Equipos y Estructuras se caracteriza por:

- Asegurar que los requisitos básicos y criterios de rendimiento de los activos, equipos y estructuras relevantes para la Seguridad de Procesos estén disponibles para el personal de operación y mantenimiento;
- Garantizar la disponibilidad y confiabilidad de equipos, activos y estructuras relevantes para la Seguridad de Procesos mediante la elaboración de estrategias de mantenimiento e inspección a lo largo de su ciclo de vida, priorizando aquellos que tienen mayor impacto en los riesgos identificados por la organización en las análisis de riesgo de proceso;
- Ejecutar planes de inspección y mantenimiento de equipos, activos y estructuras relevantes para la Seguridad de Procesos durante todo su ciclo de vida y abordar las no conformidades que puedan comprometer su disponibilidad y confiabilidad,

considerando el impacto de estas desviaciones en los riesgos identificados en las análisis de riesgo de proceso;

- Establecer criterios de priorización de activos, equipos y estructuras relacionados con los elementos críticos para la Seguridad de Procesos, basados en la matriz de riesgo y en el apetito por el riesgo de la organización.
- Documentar y mantener archivadas y disponibles las inspecciones y mantenimientos de equipos, activos y estructuras relevantes para la Seguridad de Procesos.
- Realizar el monitoreo continuo del rendimiento de los equipos y activos, así como de las condiciones de las estructuras, mediante sistemas de monitoreo, inspecciones regulares, análisis y gestión de datos, apoyando la toma de decisiones para la programación de actividades de mantenimiento basadas en los escenarios de riesgo y en la categorización de los elementos según el criterio de priorización de activos basado en riesgo.





## 1.2.4 Personas



### 1.2.4.1 Comunicación e Investigación de Incidentes



#### **PRINCIPIO**

Incidentes graves y potencialmente graves pueden repetirse si no se toman medidas correctivas. Es necesario realizar una investigación profunda de todos los incidentes graves y potencialmente graves para mejorar continuamente el rendimiento de seguridad.

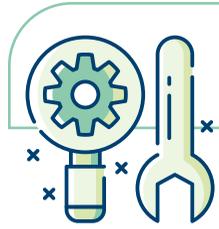
El elemento de Comunicación e Investigación de Incidentes también define una política y un proceso para la comunicación de eventos y lecciones aprendidas.

## CARACTERÍSTICAS

La Comunicación e Investigación de Incidentes se caracteriza por las siguientes medidas y actividades:

- Definir los criterios de clasificación de incidentes, tanto en términos de la naturaleza como en la gravedad del impacto real y potencial del evento.
- Establecer un proceso formal de investigación de incidentes que incluya:
  - ☞ Metodologías estándar para la investigación según el tipo y la gravedad real o potencial del evento;
  - ☞ Elaboración de un plan de investigación de incidentes;
  - ☞ Formación de un equipo multidisciplinario para el grupo de investigación;
  - ☞ Establecimiento de plazos para la conclusión de la investigación de incidentes;
  - ☞ Directrices para la gestión y verificación de la eficacia de las acciones derivadas de las investigaciones;
- Definir un plan de comunicación de incidentes según el tipo de evento y su gravedad real y potencial;
- Establecer conclusiones, proponer recomendaciones y divulgar los resultados y aprendizajes de la investigación del incidente de acuerdo con el plan de comunicación y la gobernanza establecida por la organización;
- Desarrollar un plan de acción basado en los resultados de la investigación del incidente y con acciones priorizadas según los criterios establecidos por la gobernanza;

- Seguir la implementación completa de las acciones recomendadas dentro de los plazos acordados previamente y evaluar su efectividad real;
- Dirigir la investigación enfocándose en las causas reales del evento, basada en hechos y datos, y abordando las cuestiones sistémicas (factores contribuyentes) involucradas en la ocurrencia de los eventos;
- Indicar el perfil (experiencia, madurez, competencia e imparcialidad para la toma de decisiones) de los miembros del comité de investigación, de acuerdo con la gravedad real y potencial y la complejidad del evento;
- Asegurarse de que todas las evidencias disponibles hayan sido analizadas y documentadas, considerando la información sobre la tecnología del proceso, aspectos relacionados con herramientas y equipos, ambiente, personas, organización y cumplimiento de estándares técnicos y legales reconocidos y establecidos;
- Guardar los registros e informes de investigación según el período definido por la organización;



## 1.2.4.2 Planificación y Respuestas a Emergencias

### PRINCIPIO

Este elemento aborda las actividades necesarias para el planeamiento detallado de una respuesta a emergencias potenciales, incluyendo asignaciones (roles y responsabilidades), procedimientos, protocolos, asignación de recursos y directrices para dirigir respuestas inmediatas y efectivas a emergencias con el fin de minimizar daños o perjuicios a personas, comunidades, medio ambiente, patrimonio y la reputación de la organización.

Los escenarios objetivos del Plan de Atención a Emergencias (PAE) deben derivarse de evaluaciones y revisiones regulares de riesgos de procesos, y la organización debe establecer criterios para determinar los escenarios relevantes que requieran planes de emergencia específicos.

### CARACTERÍSTICAS

Se caracteriza por:

- Definir los criterios para la creación de planes específicos de respuesta a emergencias para diferentes escenarios, como la gravedad del riesgo, tiempo de respuesta, ubicación, disponibilidad de infraestructura, naturaleza del riesgo, etc.;
- Dimensionar y especificar los recursos y la estructura para el planeamiento y respuesta a los escenarios de emergencia identificados;
- Recibir información de análisis de riesgos y desarrollar planes de respuesta a emergencias y contingencias basados en la información recibida, especialmente del análisis de consecuencias;

- Realizar formación que incluya ejercicios periódicos e involucre a la organización local y externa de respuesta a emergencias (capacitación, entrenamientos y simulacros), incluyendo a las comunidades y otras organizaciones que formen parte del Plan de Auxilio Mutuo (PAM), como por ejemplo la Defensa Civil estatal y municipal, organismos ambientales, Cuerpo de Bomberos, SAMU (Servicio de Atención Móvil de Urgencia), equipos de emergencia de otras organizaciones, etc., que operan en la misma región.
- En caso de que alguna de las partes no pueda participar directamente en el simulacro, al menos deberán ser informadas;
- Definir el plan y la estrategia de comunicación a seguir en caso de situaciones de emergencia, incluyendo a todas las partes interesadas;
- Definir los criterios para la activación del comité de crisis;
- Definir atribuciones y responsabilidades para la implementación, mantenimiento y ejecución del Plan de Atención a Emergencias (PAE);
- Realizar un análisis crítico de los resultados de los simulacros, incidentes reales y la amplitud de las lecciones aprendidas por otros sitios y organizaciones, y revisar el PAE cuando sea aplicable;
- Inspeccionar y monitorear el estado, disponibilidad y operatividad de los recursos utilizados en la respuesta a emergencias;
- Monitorear y cumplir con los requisitos técnicos y legales aplicables al PAE;
- Establecer integración entre los planes de respuesta a emergencias (planes de auxilio mutuo, planes de ayuda mutua, acuerdos de cooperación, etc.);



### 1.2.4.3 Gestión de Contratistas

#### **PRINCIPIO**

Establece las prácticas, requisitos y estándares para que las empresas y trabajadores contratados desempeñen sus funciones de manera que no se incremente el nivel de riesgo operacional de la empresa, garantizando una operación segura y el cumplimiento de los objetivos de rendimiento en seguridad de la organización. Las empresas contratadas y sus trabajadores deben operar dentro de los límites establecidos por la organización y estar integrados en la cultura de seguridad de la empresa, siendo conscientes de los aspectos de seguridad de proceso relacionados con sus actividades. La organización debe asegurarse de que esta información esté disponible con el detalle necesario y sea comunicada adecuadamente a los trabajadores contratados según sus responsabilidades.

Este elemento no incluye la adquisición de bienes, suministros, fabricación de equipos y estructuras fuera de las instalaciones de la organización (estos aspectos son cubiertos por el elemento de Calidad Asegurada).

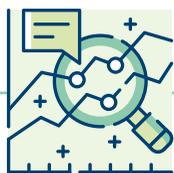
#### **CARACTERÍSTICAS**

Sus actividades se caracterizan por:

- Establecer criterios para selección, contratación, monitoreo y evaluación del nivel de servicio de las empresas contratadas en relación con la seguridad de proceso, involucrando personal capacitado para establecer dichos criterios;
- Definir el alcance de aplicación del sistema de Gestión de Contratistas;

- Establecer roles y responsabilidades del sistema de Gestión de Contratistas;
- Asegurar que el personal de las empresas contratadas reciba capacitación adecuada y esté informado sobre los peligros y riesgos de la instalación, así como sobre los estándares y procedimientos para mantener condiciones de operación seguras y responder a emergencias;
- Elaborar y mantener una lista de proveedores calificados para la prestación de servicios;
- Establecer y mantener un proceso continuo para la prospección y calificación de contratistas;
- Realizar auditorías e inspecciones regulares para asegurar que las contratistas cumplan con los estándares de seguridad establecidos;





## 1.2.4.4 Auditoría

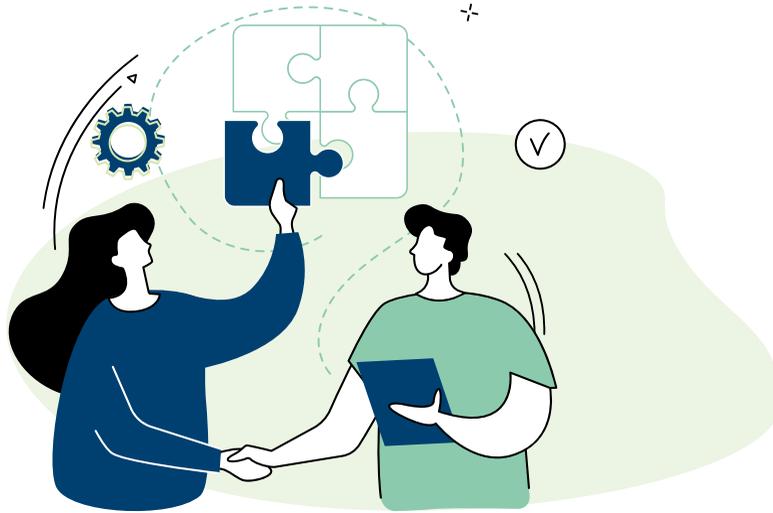
### PRINCIPIO

La auditoría proporciona datos para evaluar el cumplimiento del programa de Gestión de Seguridad de Procesos en Minería (GSPM) establecido, así como para identificar áreas de mejora y no conformidades. El tratamiento de estos puntos y el análisis crítico de los resultados demuestran la eficiencia y robustez del programa. El análisis crítico también puede revelar tendencias que pueden fortalecer o comprometer el rendimiento del sistema..

### CARACTERÍSTICAS

Sus actividades se caracterizan por:

- Realización de auditorías periódicas en los elementos del programa de GSPM según el cronograma establecido;
- Conducción de auditorías en la organización según los criterios definidos en el plan de auditoría;
- Utilización de documentación de apoyo (listas de verificación, normativas internas y externas, procedimientos, informes de auditorías anteriores, etc.) y evaluación de documentos, incluyendo aquellos provenientes de otras auditorías que no están directamente relacionadas con el programa de GSPM pero que impactan en el desempeño del sistema de auditorías de gestión de Seguridad de Procesos;
- Establecimiento de criterios para la selección de auditores internos independientes y para la contratación de auditorías de tercera parte, según el alcance y tipo de auditoría realizada;



## 1.2.5 Liderazgo



### 1.2.5.1 Formación y Desempeño



#### PRINCIPIO

Asegurar que los trabajadores de todos los niveles, propios y/o contratados, reciban formación adecuada y demuestren un desempeño eficaz es esencial para mantener los equipos y estructuras de procesos en condiciones seguras de operación. Es crucial que estos profesionales estén preparados física y mentalmente para tomar decisiones conforme a los valores y políticas de la organización. Además, los líderes deben establecer un ambiente propicio y seguro que promueva la seguridad de los procesos y la integridad de los activos, facilitando decisiones acertadas.

Se requiere un nivel mínimo de experiencia y conocimiento por parte de los profesionales que interactúan con el proceso,

asegurando una base sólida para tomar decisiones que puedan afectar la seguridad. Las áreas de soporte también deben tener el conocimiento mínimo necesario para que sus decisiones no impacten negativamente la seguridad de las operaciones, instalaciones, activos y estructuras.

En operaciones de mayor complejidad, para funciones identificadas como críticas para la Seguridad de Procesos, es necesario capacitar sustitutos calificados, listos y entrenados para asumir inmediatamente las responsabilidades del titular, garantizando la continuidad de las operaciones, instalaciones, activos y estructuras.

La organización también debe tener mapeados los niveles de habilidad, conocimiento y competencia requeridos para las funciones críticas para la Seguridad de Procesos, además del plan de capacitación necesario para cumplir con estos requisitos. Este mapeo debe considerar, además de los aspectos técnicos, que el comportamiento sea compatible con la cultura de seguridad de procesos, especialmente para funciones con roles de liderazgo. La formación y el desempeño de los líderes son factores críticos para el éxito del programa de gestión de Seguridad de Procesos en una organización, ya que estas personas tienen un fuerte impacto en la cultura y en los comportamientos de las personas que la conforman.

Todos los demás elementos del GSPM pueden estar implementados, pero sin personal capacitado y con un desempeño adecuado, las posibilidades de una operación de proceso seguro son considerablemente reducidas. La organización debe definir los requisitos de competencias, calificaciones y desempeño para cada función crítica para la Seguridad de Procesos.

Todas las tareas deben llevarse a cabo de manera segura de acuerdo con los procedimientos establecidos y/o las prácticas seguras de trabajo, siguiendo los principios de Seguridad de

Procesos, tanto en el caso de tareas realizadas por el personal propio como por el personal de empresas contratadas.

Los contratistas, cuando son requeridos, deben tener capacitación y desempeño adecuados para las actividades que van a realizar. La gestión específica de contratistas es fundamental para garantizar esto.

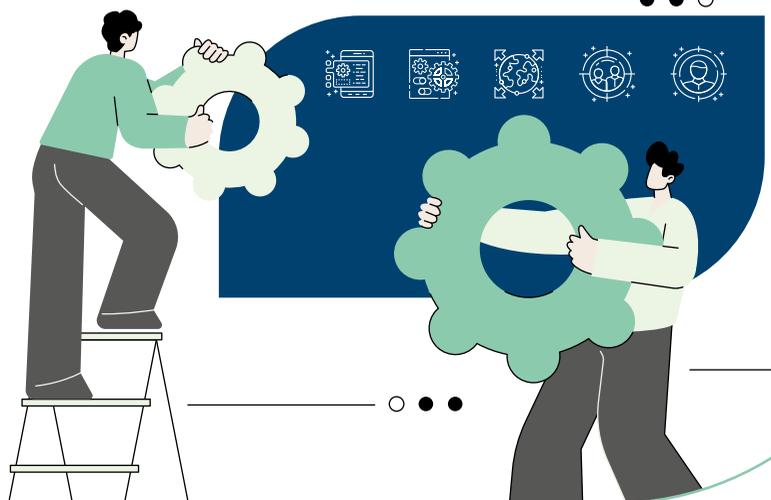
## **CARACTERÍSTICAS**

Las características principales del elemento son:

- Gestionar las actividades de entrenamiento y evaluación del desempeño;
- Definir los requisitos de competencias, calificación y desempeño para cada función crítica en Seguridad de Procesos;
- Establecer, implementar, analizar críticamente y promover revisiones en el sistema de entrenamiento para las funciones críticas en Seguridad de Procesos, siempre que sea necesario;
- Establecer criterios de calificación para la selección de instructores de entrenamiento, asegurando su calificación y competencia técnica en el tema, experiencia en el campo, habilidades de comunicación y capacidad para actuar como mentores;
- Definir criterios de desempeño para las funciones críticas en Seguridad de Procesos, ya sea mediante la definición de indicadores activos o de manera proactiva;
- Aplicar programas de evaluación de desempeño de funciones críticas para la Seguridad de Procesos, especialmente para aquellas con roles de liderazgo, para la formación de líneas sucesorias y listas de sustitutos temporales;

- Mapear las funciones críticas para la Seguridad de Procesos;
- Ofrecer y llevar a cabo formación y capacitación de las funciones que interactúan o apoyan las operaciones;
- Evaluar la disciplina operativa mediante el cumplimiento de los estándares, políticas y procedimientos establecidos por la organización;
- Establecer programas e iniciativas para crear y mantener un entorno propicio para la amplia participación de los trabajadores, propios y contratados, en cuestiones relacionadas con la Seguridad de Procesos.



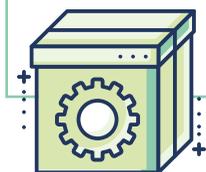


## 1.3 Interacción entre los elementos del GSPM

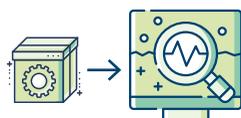
### 1.3.1 Tecnología



#### 1.3.1.1 Paquete Tecnológico

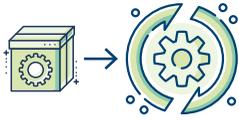


El elemento **Paquete Tecnológico** interactúa con los siguientes elementos:



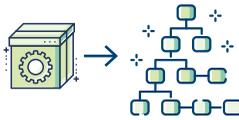
#### **Identificación de Peligros y Análisis de Riesgo de Procesos y Operaciones**

Recibe la información sobre el proceso, su tecnología, activos, estructuras y equipos para fundamentar y apoyar la evaluación de los riesgos y sus consecuencias, orientando las modificaciones en las bases de proyectos y en los procesos;



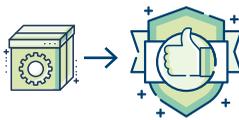
### **Gestión de Cambios**

Actualiza la información relacionada con las modificaciones en la base de proyecto de equipos, instalaciones, procedimientos y tecnología, considerando la evaluación de los impactos generados por las modificaciones propuestas;



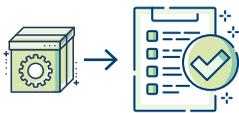
### **Procedimientos Operativos**

Consolida la información actualizada sobre el proceso, considerando el medio y la forma segura de realizar una o más operaciones, proporcionando un entendimiento claro y detallado de los parámetros y requisitos de operación;



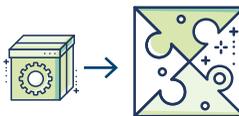
### **Calidad Asegurada**

Envía la relación, los requisitos de instalación y la especificación técnica de los Equipos y Estructuras Críticas al GSPM de los proyectos y modificaciones relacionadas, garantizando que la instalación se realice conforme a lo especificado;



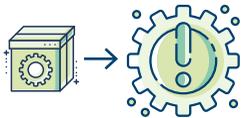
### **Revisión de Seguridad Pre-inicio**

Esta interacción asegura que se consideren todas las informaciones necesarias a lo largo del ciclo de vida del proceso, garantizando la seguridad operativa y el cumplimiento de los estándares establecidos;



### **Integridad y Confiabilidad de Activos, Equipos y Estructuras**

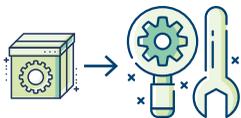
Obtención de información sobre la priorización de activos, equipos y estructuras y directrices básicas para el mantenimiento, según los manuales de operación y mantenimiento.



---

### **Comunicación e Investigación de Incidentes**

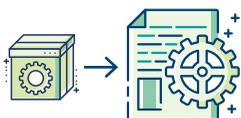
Comparte las lecciones aprendidas de las investigaciones y el historial de incidentes de proceso, permitiendo así cuestionar la necesidad de modificar la documentación técnica, el diseño, los procedimientos y otros elementos de la tecnología del proceso;



---

### **Planificación y Respuestas a Emergencias**

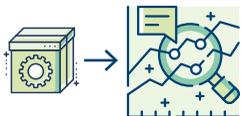
Proporciona información para la elaboración de la estrategia de respuesta y mitigación, dimensionamiento y definición de los recursos a utilizar en escenarios de riesgo en caso de emergencia;



---

### **Gestión de Contratistas**

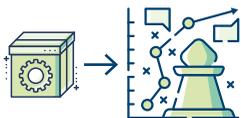
Subsidia la precalificación de las empresas subcontratadas y los criterios para la evaluación postcontratación, asegurando el conocimiento necesario de los colaboradores externos para la seguridad del proceso;



---

### **Auditorías**

Proporciona toda la información del proceso que respaldará las auditorías de conformidad de las operaciones;



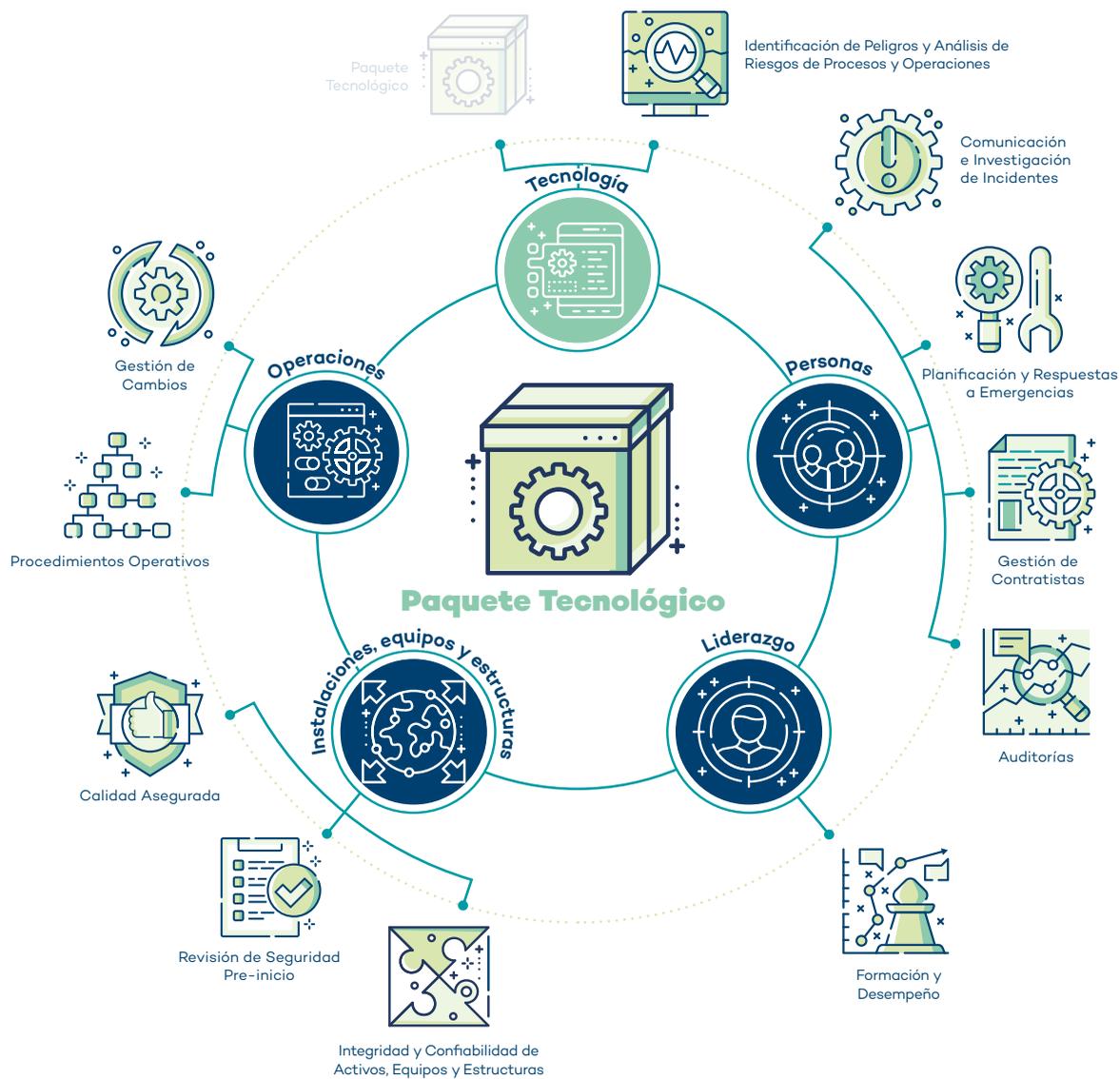
---

### **Formación y Desempeño**

Proporciona la información actualizada para subsidiar la capacitación, formación y reciclaje del conocimiento de las personas involucradas en las operaciones y mantenimiento.

---

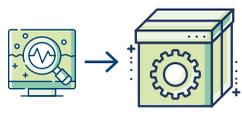
**Figura 2:** Esquema gráfico de la interacción del elemento **Paquete Tecnológico**





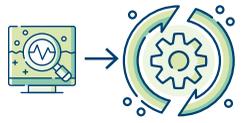
### 1.3.1.2 Identificación de Peligros y Análisis de Riesgos de Procesos y Operaciones

El elemento **Identificación de Peligros y Análisis de Riesgos de Procesos y Operaciones** interactúa con:



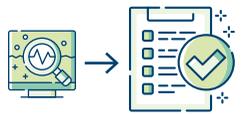
#### **Paquete Tecnológico**

Desde donde recibe los procedimientos operativos, especificaciones e información de seguridad sobre productos, subproductos, residuos, efluentes, materias primas e insumos, así como las prácticas seguras para el desarrollo de actividades operativas y la documentación básica de proceso de ingeniería y geotecnia que fundamenta la ejecución de los estudios de análisis de riesgo. Este elemento envía recomendaciones con el objetivo de revisar las documentaciones emitidas para aumentar la seguridad de los procesos y operaciones;



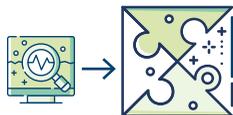
#### **Gestión de Cambios**

Para evaluar la información sobre peligros y riesgos introducidos por cambios en materias primas, productos, procesos, estructuras de cualquier tipo y equipos.



#### **Revisión de Seguridad Pre-inicio**

Para la cual el elemento Identificación de Peligros y Análisis de Riesgos de Procesos y Operaciones envía una lista de recomendaciones y busca evidencias de que estas recomendaciones han sido cumplidas para autorizar el inicio del proceso.

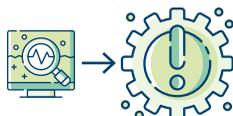


---

### **Integridad y Confiabledad de Activos, Equipos y Estructuras**

Para asociar los controles que garantizan la integridad y salvaguardas, asociados a los riesgos de fallos de los activos, equipos y estructuras.

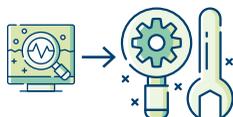
---



### **Comunicación e Investigación de Incidentes**

Informa sobre todos los incidentes ocurridos en las instalaciones y frentes de servicio que deben ser investigados, así como los resultados de las respectivas investigaciones, para utilizar en los análisis de riesgo de proceso;

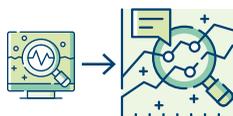
---



### **Planificación y Respuestas a Emergencias**

Al que proporciona análisis de consecuencia y acciones de contención y mitigación, para fundamentar la planificación de la respuesta a emergencias;

---

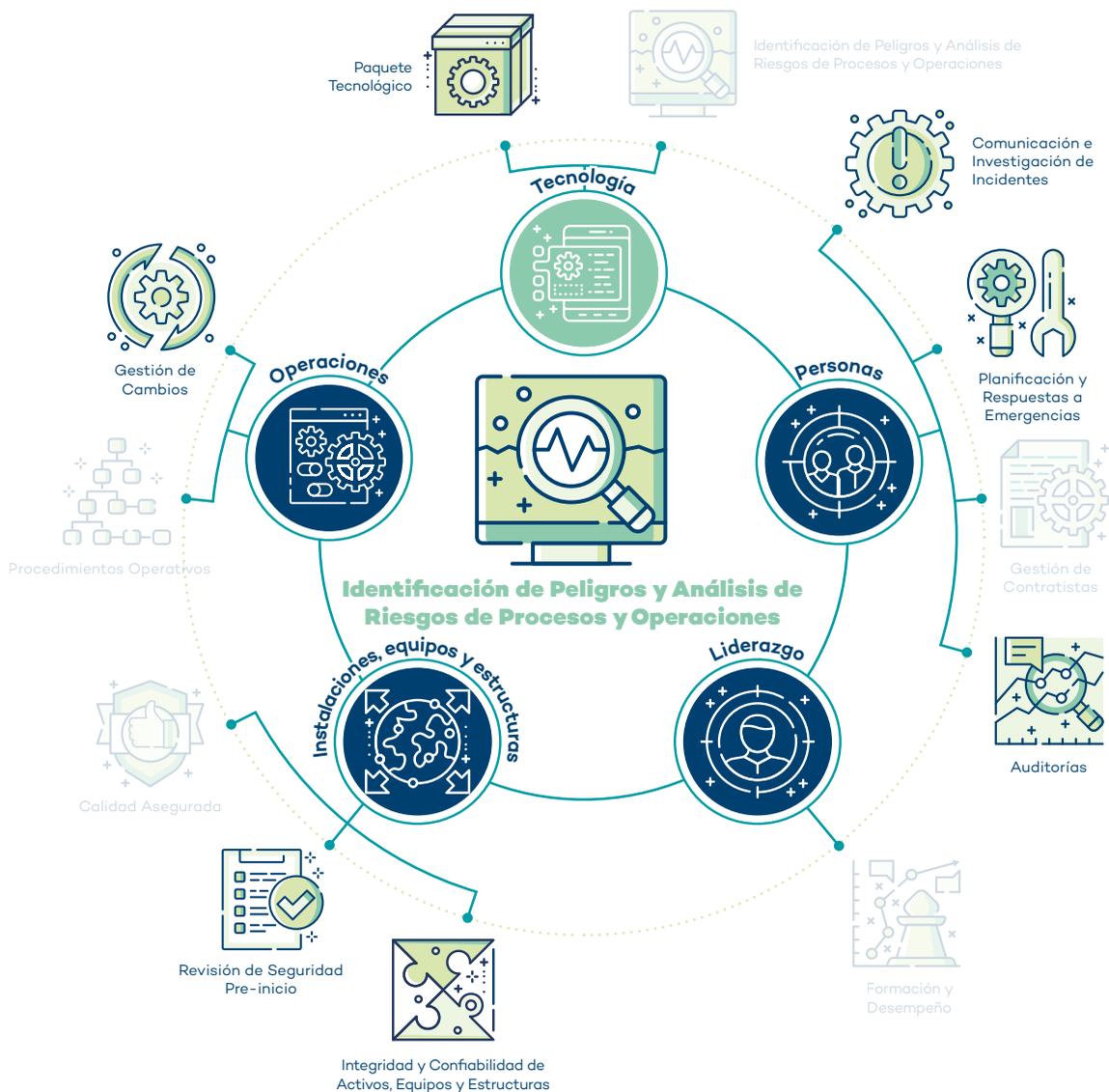


### **Auditoría**

Utilizando como requisito primordial del sistema la evaluación de consistencia del elemento Identificación de Peligros y Análisis de Riesgos de Procesos y Operaciones, especialmente en lo que respecta al grado de adherencia a la implementación y mantenimiento de las medidas de prevención y control recomendadas.

---

**Figura 3:** Esquema gráfico de la interacción del elemento **Identificación de Peligros y Análisis de Riesgos de Procesos y Operaciones**



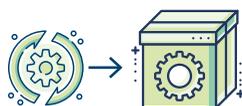
## 1.3.2 Operaciones



### 1.3.2.1 Gestión de Cambios

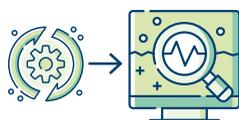


El elemento **Gestión de Cambios** interactúa con los siguientes elementos:



#### **Paquete Tecnológico**

Para actualizar la información de la base de proyecto de equipos, parámetros operativos y seguridad del proceso, elaborar y ajustar procedimientos operativos y prácticas seguras, actualizar los planes de respuesta a emergencias y los planes de mantenimiento e inspección de activos, estructuras civiles, geotécnicas (rampas, galerías, taludes, etc.) y equipos



#### **Identificación de Peligros y Análisis de Riesgos de Procesos y Operaciones**

Para identificar nuevos peligros que puedan surgir debido a cambios y reevaluar los riesgos existentes, evitando la introducción de nuevos peligros en el proceso o el aumento inadvertido o descontrolado del nivel de riesgo.



#### **Procedimientos Operativos**

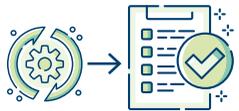
Proporcionando información sobre qué procedimientos deben actualizarse debido a las modificaciones aplicadas en el proceso, activos, estructuras civiles, geotécnicas y equipos.



---

### **Calidad Asegurada**

Para el análisis de los informes de inspección de fabricación, entrega e instalación de equipos, activos y estructuras que hayan sido modificados, asegurando que se apliquen las recomendaciones y el plan de gestión de cambios conforme a los criterios preestablecidos.



---

### **Revisión de Seguridad Pre-inicio**

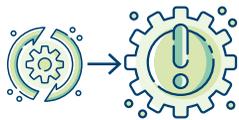
Para evaluar si las modificaciones han sido realizadas conforme a lo previsto en el proyecto o en el plan de gestión del cambio, cumpliendo con los requisitos de Seguridad de Proceso.



---

### **Integridade de Confabilidade de Ativos, Equipamentos e Estruturas**

Para la actualización de los parámetros y requisitos de mantenimiento y fiabilidad relacionados con los activos, equipos y estructuras afectados por modificaciones.



---

### **Comunicação e Investigaçào de Incidentes**

Para recibir recomendaciones de cambio de tecnología, evitando accidentes mediante la identificación de necesidades de modificaciones surgidas durante la investigación.



---

### **Planificación y Respuestas a Emergencias**

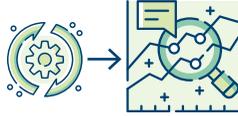
Evaluar si los nuevos riesgos o los riesgos alterados por el cambio afectan o modifican los Planes de Atención a Emergencias (PAE) existentes.



---

### **Gestión de Contratistas**

Permitiendo a los contratistas acceder al proceso de gestión de cambios, dentro de los límites de su responsabilidad, y gestionando los cambios y los impactos de la modificación de contrato o proveedor en el proceso en el que operan.



---

## Auditoría

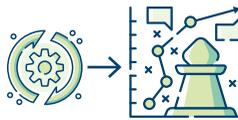
A través de la documentación y registros, la Gestión de Cambios proporciona a las auditorías información para evaluar su conformidad con los estándares establecidos.

Proporcionando los datos para la actualización de los entrenamientos sobre los riesgos cuyo nivel, causas o control han sufrido alteraciones debido a los cambios implementados, y datos para la revisión de todos los procedimientos relacionados con el cambio y otros documentos derivados de modificaciones en los procesos.

Actualiza y mantiene la información sobre la identificación de los requisitos de formación, competencias y entrenamientos básicos actualizados para asistir en los criterios de movimiento del personal, así como el soporte de entrenamiento a todo trabajador que sufra un movimiento funcional, garantizando niveles suficientes de conocimiento.

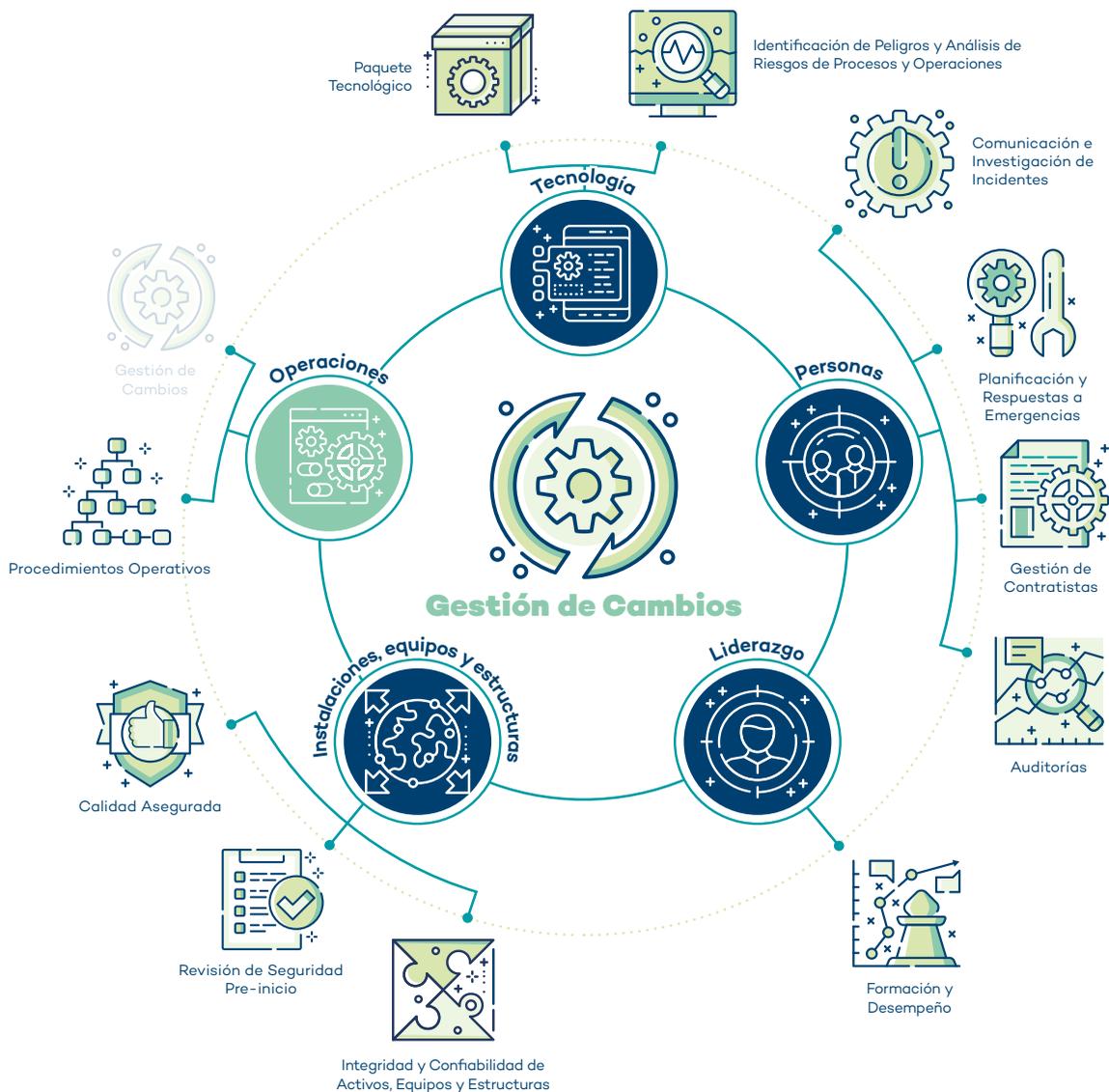
También garantiza la formación en GSPM de los trabajadores recientemente asignados a áreas de procesos significativos, para que sean capaces de identificar un cambio y los posibles impactos en las variables y características de la tecnología y del proceso en el nivel de riesgo de las operaciones.

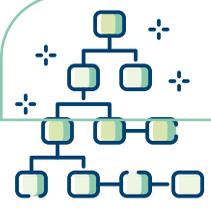
---



## Formación y Desempeño

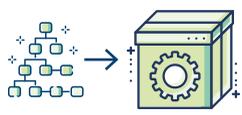
**Figura 4:** Esquema gráfico de la interacción del elemento **Gestión de Cambios**





### 1.3.2.2 Procedimientos Operativos

El elemento **Procedimientos Operativos** interactúa con los siguientes elementos:



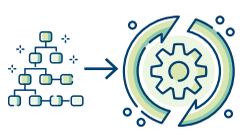
#### **Paquete Tecnológico**

Para obtener la información básica necesaria para la elaboración de procedimientos escritos que describan cómo el sistema debe operarse de manera segura, incluyendo los límites y condiciones normales y anormales de operación, así como los procedimientos a seguir en caso de desviación de las condiciones normales.



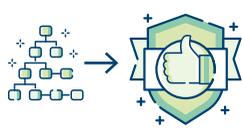
#### **Identificación de Peligros y Análisis de Riesgo de Procesos y Operaciones**

Complementando la información del Paquete Tecnológico para la elaboración de procedimientos operativos con información adicional proveniente de los análisis de riesgo de procesos, actividades y operaciones, que establecen cómo deben ejecutarse los procedimientos operativos para prevenir la materialización de un escenario de riesgo identificado durante los análisis.



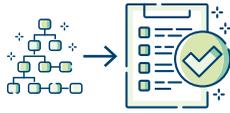
#### **Gestión de Cambios**

De dónde se obtienen los datos para actualizar los procedimientos debido a cambios implementados en los procesos, equipos, instalaciones, operaciones, estructuras o incluso en el equipo.



#### **Calidad Asegurada**

Para asegurar que los procedimientos operativos incorporen requisitos de mantenimiento para la preoperación, regulaciones y normas de seguridad, contribuyendo a la calidad asegurada de los equipos que forman parte de las actividades de riesgo.

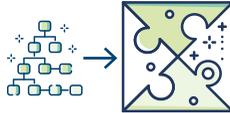


---

### **Revisión de Seguridad Pre-inicio**

Mediante la verificación del cumplimiento de los requisitos y recomendaciones para procedimientos operativos derivados de análisis de riesgo o gestión de cambios.

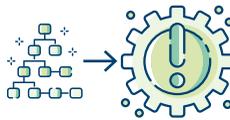
---



### **Integridad de Confiabilidad de Ativos, Equipamentos e Estructuras**

Para obtener información sobre equipos y estructuras críticas para la seguridad de procesos, así como restricciones sobre su operación.

---



### **Comunicación e Investigación de Incidentes**

Para recibir recomendaciones de cambio de procedimientos provenientes de lecciones aprendidas en investigaciones de eventos.

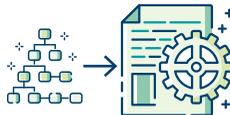
---



### **Planificación y Respuestas a Emergencias**

Incluyendo las acciones que deben tomarse en caso de una emergencia, para evitar que la severidad del evento se amplifique o que el evento se materialice.

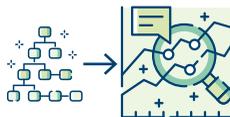
---



### **Gestión de Contratistas**

Documentando información para las empresas y trabajadores contratados sobre los procedimientos a seguir para prevenir la ocurrencia de eventos no deseados.

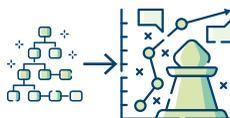
---



### **Auditoría**

Proporcionando a las auditorías información sobre la forma más adecuada y segura de realizar tareas/actividades que puedan afectar la seguridad del proceso, para evaluar su conformidad y adhesión a los estándares establecidos.

---



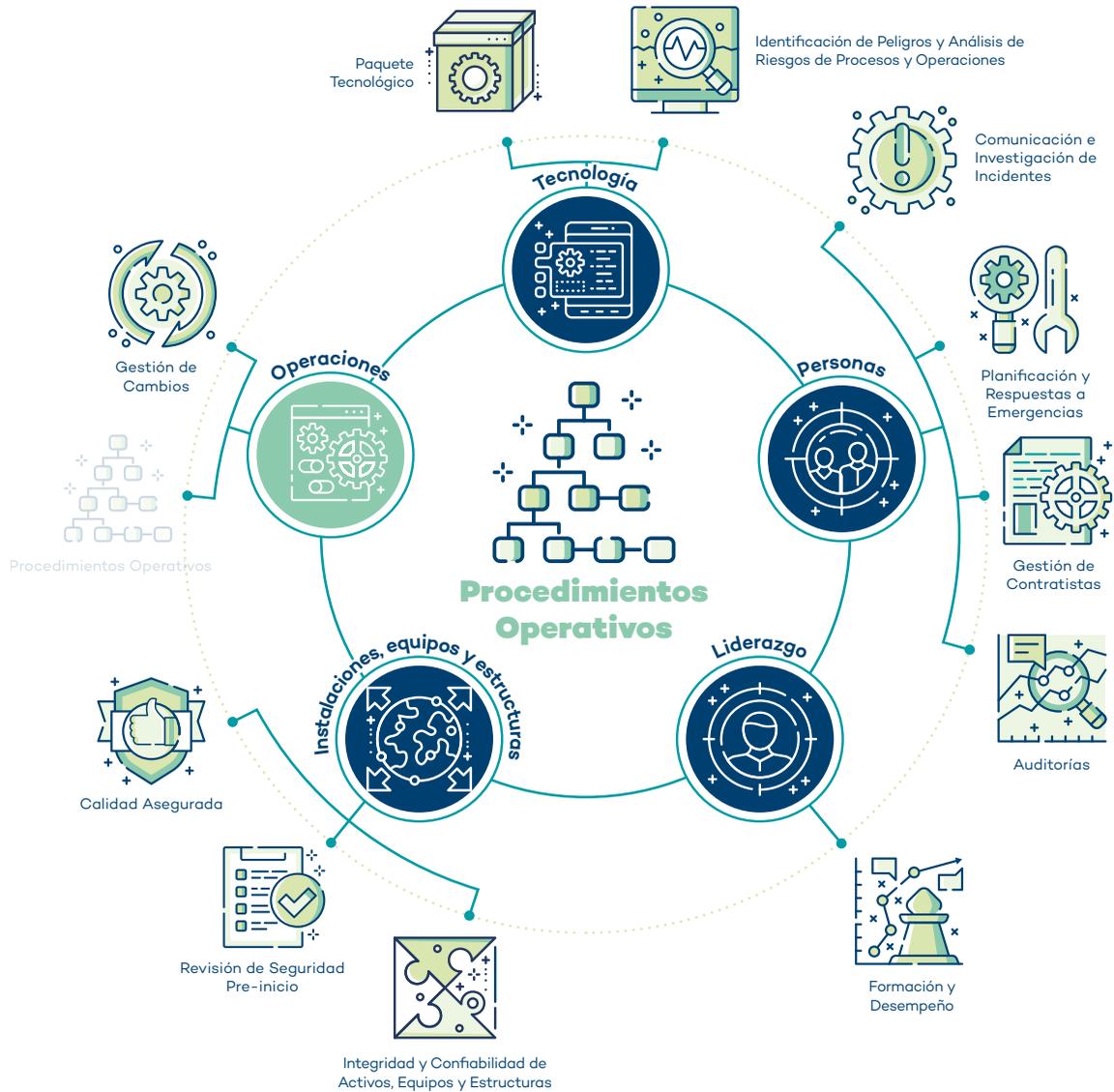
### **Formación y Desempeño**

---

Suministrando datos para la actualización de los entrenamientos relacionados con nuevos procedimientos o procedimientos actualizados, asegurando que las personas que deban ser entrenadas conozcan y comprendan su contenido y que se aplique adecuadamente.

---

**Figura 5: Esquema gráfico de la interacción del elemento Procedimientos Operativos**



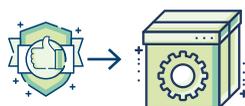
## 1.3.3 Instalaciones, Equipos y Estructuras



### 1.3.3.1 Calidad Asegurada

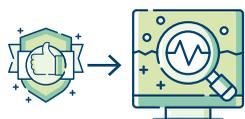


El elemento **Calidad Asegurada** interactúa con los siguientes elementos:



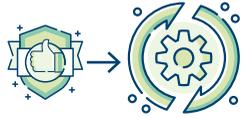
#### **Paquete Tecnológico**

Para ello proporciona requisitos, parámetros técnicos, geológicos y los mecanismos de verificación e inspección para garantizar que las especificaciones y objetivos del proyecto se hayan considerado en los procesos de fabricación, adquisición, transporte y almacenamiento, construcción y montaje de equipos, instalaciones y materiales críticos. En caso de ser necesaria alguna modificación en la documentación del proyecto o del proceso, el elemento de Calidad Asegurada puede proporcionar información para actualizar el Paquete Tecnológico, como en el caso de actualización de diseño de equipos y estructuras modificados (*as built*);



#### **Identificación de Peligros y Análisis de Riesgos de Procesos y Operaciones**

Para ello proporciona los requisitos, especificaciones técnicas, parámetros geológicos y los mecanismos de verificación que deben considerarse en la verificación de la implementación, entrega o construcción del equipo, activo o estructura.



---

### **Gestión de Cambios**

Para ello proporciona informes de inspección de fabricación, entrega e instalación de equipos, instalaciones y estructuras críticas para el GSPM, así como informes de Inspecciones de Calidad No Conformes, los mecanismos y requisitos de compra y reemplazo de elementos críticos existentes en las bases de proyectos para cumplir con los objetivos y premisas.

---



---

### **Revisión de Seguridad Pre-inicio**

Para ello proporciona informes de inspección de equipos, instalaciones y estructuras nuevas, modificadas y recuperadas relevantes para el GSPM, así como informes de Inspecciones de Calidad No Conformes y la recepción de las bases y proyectos de equipos relevantes.

---

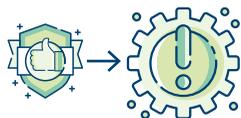


---

### **Integridad y Confiabilidad de Activos, Equipos y Estructuras**

Para lo cual proporciona mecanismos para que equipos, instalaciones y estructuras civiles y geotécnicas, repuestos y materiales críticos sean diseñados cumpliendo con los requisitos legales, las mejores referencias técnicas y las mejores prácticas, recomendaciones del fabricante y evaluaciones de riesgos.

---



---

### **Comunicación e Investigación de Accidentes**

Para lo cual proporciona información para verificar el cumplimiento de los requisitos de fabricación, almacenamiento, montaje e instalación que puedan afectar el rendimiento de seguridad, con el fin de evitar incidentes.

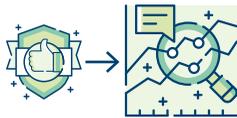
---



---

### **Gestión de Contratistas**

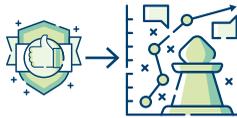
Para asegurar que los requisitos de diseño, montaje, suministro de equipos y prestación de servicios que impacten en la Seguridad de Procesos sean incluidos en las cláusulas contractuales.



---

### **Auditoría**

Proporciona a las auditorías información sobre los requisitos de calidad y confiabilidad de los activos para ser evaluados en cuanto a su conformidad con los estándares establecidos.



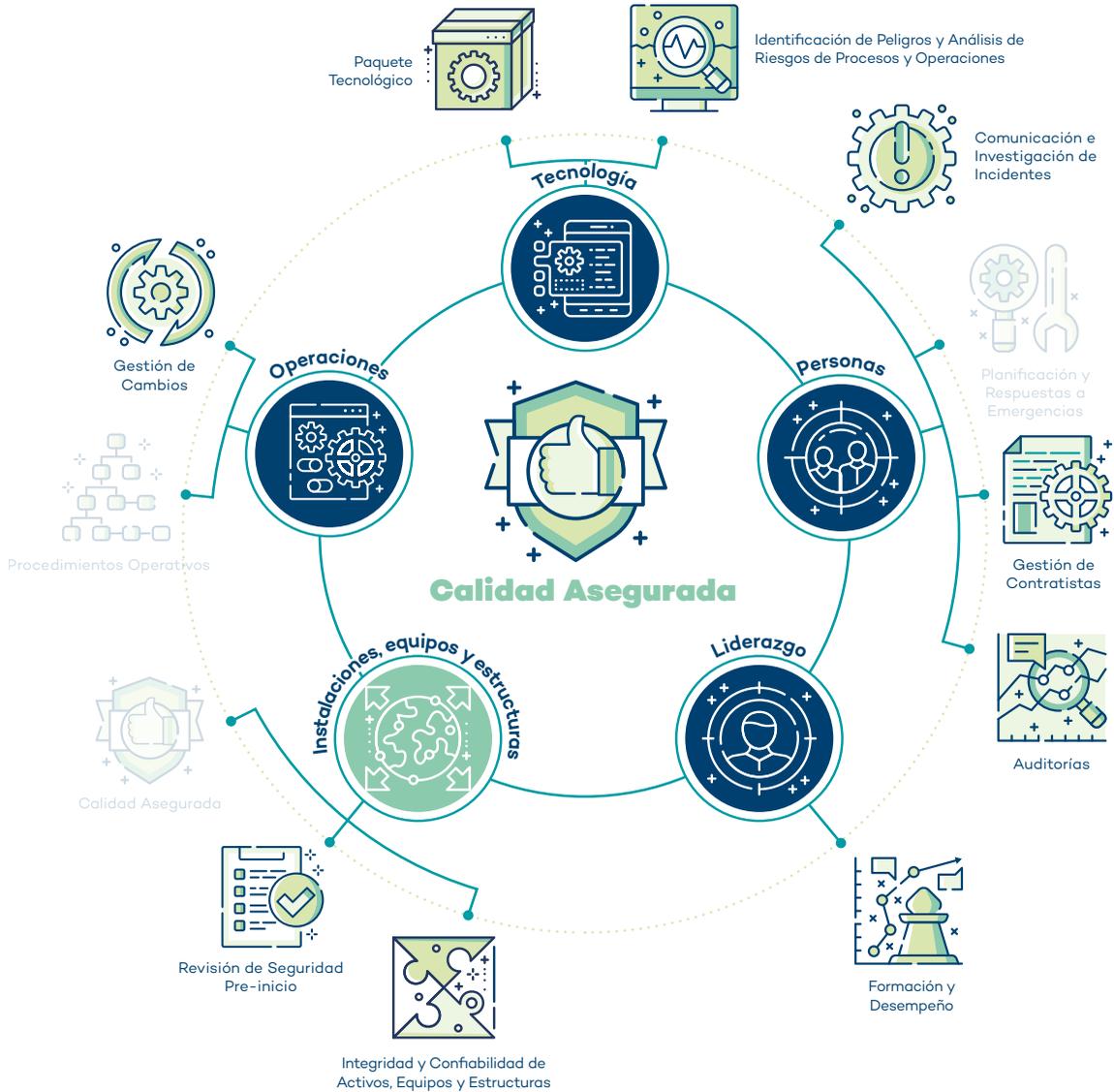
---

### **Formación y Desempeño**

Para asegurar que las personas involucradas en la adquisición, diseño, mantenimiento y contratistas estén capacitadas en las bases de proyectos necesarias para cumplir con los requisitos de calidad asegurada relacionados con la implementación de equipos, instalaciones, estructuras civiles y geotécnicas.

---

**Figura 6:** Esquema gráfico de la interacción del elemento **Calidad Asegurada**





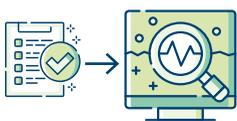
### 1.3.3.2 Revisión de Seguridad Pre-inicio

La **Revisión de Seguridad Pre-inicio** se relaciona con los siguientes elementos:



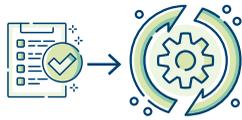
#### **Paquete Tecnológico**

Para solicitar aclaraciones sobre la información de materiales y energías de riesgo, equipos, estructuras y procesos enfocados en la puesta en servicio o primera operación; así como señalar las pruebas y puntos de verificación listados en los procedimientos elaborados por este elemento para paradas prolongadas o realizadas después de cambios efectivos en el proceso, activos o estructuras.



#### **Identificación de Peligros y Análisis de Riesgo de Procesos y Operaciones**

Que proporciona todas las recomendaciones que el elemento Revisión de Seguridad Previa a la Puesta en Marcha debe tener en cuenta durante la realización de su trabajo, mediante un seguimiento completo y basado en evidencias objetivas de la implementación de las recomendaciones establecidas para la puesta en marcha. En el caso de la puesta en servicio de un proyecto nuevo, todas las recomendaciones de análisis de riesgos, especialmente aquellas relacionadas con escenarios de mayor severidad, deben ser verificadas en cuanto a su implementación.

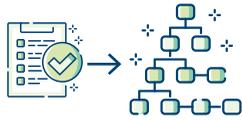


---

### **Gestión de Cambios**

Del cual se recibe la notificación de la necesidad de llevar a cabo la revisión de seguridad previa a la puesta en marcha para una instalación nueva, parada por un período relativamente largo o modificada. También indica los elementos de verificación generados como resultado del proceso de cambio.

---



### **Procedimientos Operativos**

Verificando si todos los documentos necesarios para la operación del proceso, activo, estructura o equipo han sido actualizados o elaborados.

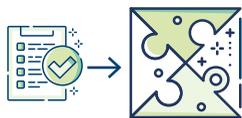
---



### **Calidad Asegurada**

Para solicitar aclaraciones sobre aspectos considerados en la construcción, fabricación, instalación y adquisición de instalaciones, equipos y estructuras, es decir, calificación de proveedores, proceso de compra, inspección de fabricación, transporte, almacenamiento, recepción, instalación, etc.

---



### **Integridad y Confiabilidad de Activos, Equipos y Estructuras**

Que proporciona información sobre pruebas en equipos, inspecciones de estructuras críticas, confiabilidad de análisis de ingeniería, procedimientos de mantenimiento y verificación de seguridad de los intertravamientos que deben realizarse antes de la puesta en marcha, dependiendo de la situación (después del comisionamiento, después de un cambio o después de un período más largo sin uso).

---



### **Comunicación e Investigación de Incidentes**

Que proporciona información sobre investigaciones y análisis de incidentes y recomendaciones de informes de investigación que pueden considerarse en la verificación previa a la puesta en marcha de seguridad.

---



---

### **Planificación y Respuestas a Emergencias**

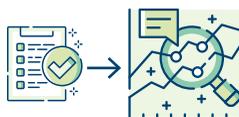
Que proporciona los aspectos que serán decisivos para la autorización de puesta en marcha de las instalaciones nuevas, inactivas por períodos o modificadas y que deben verificarse.



---

### **Gestión de Contratistas**

Verificando si los contratistas tienen conocimiento sobre los posibles escenarios de riesgo relacionados con la puesta en marcha y la operación.



---

### **Auditoría**

Provee las auditorías de información para que sean evaluadas en cuanto a la conformidad con los estándares establecidos.



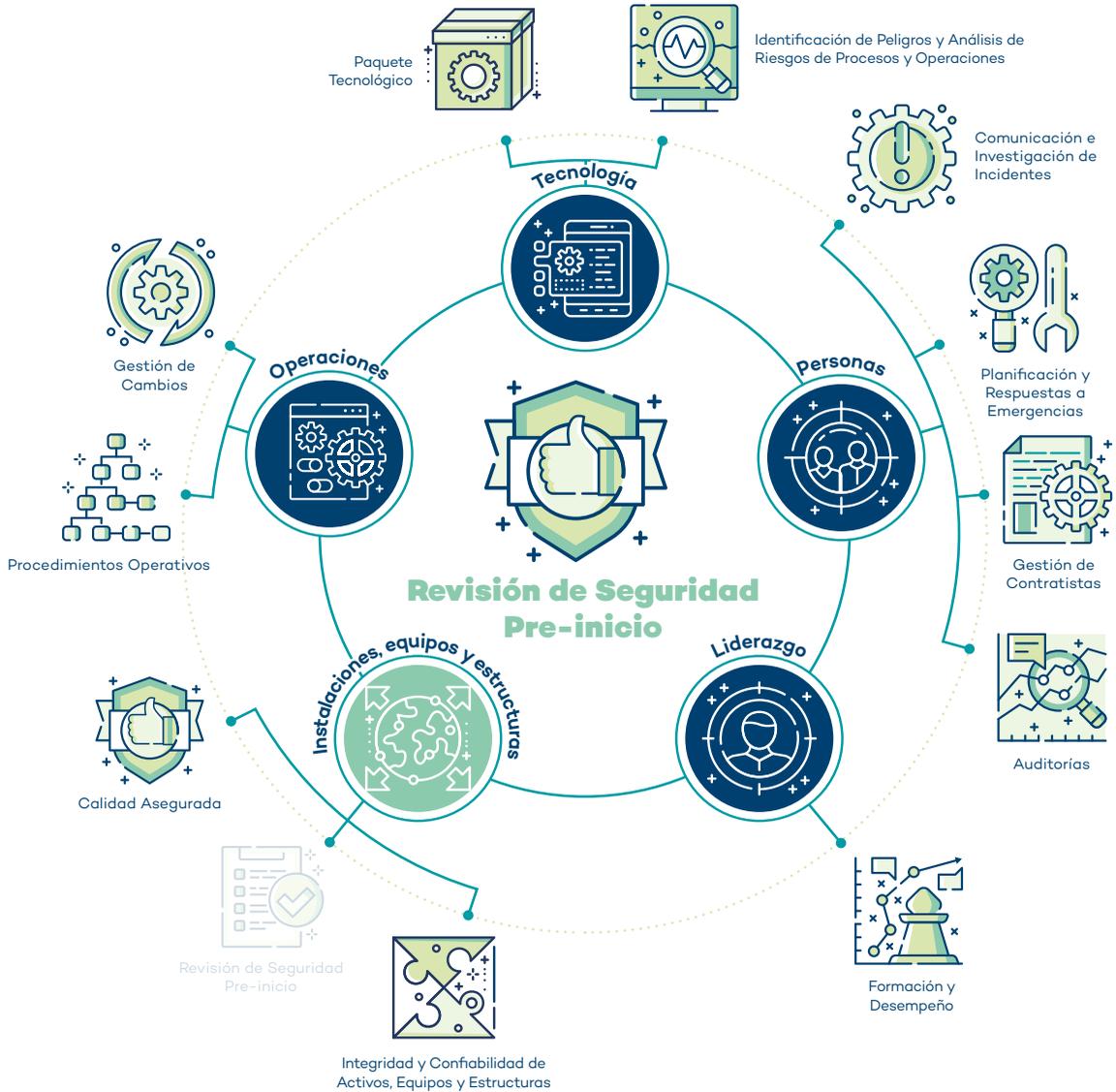
---

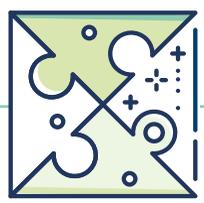
### **Formación y Desempeño**

Proporcionando los aspectos de formación y competencia que deben ser considerados por el elemento Revisiones de Seguridad Previa a la Puesta en Marcha para asegurar que se cumplan las condiciones de seguridad. También verifica el conocimiento del equipo involucrado en las operaciones de los documentos y procedimientos elaborados o actualizados.

---

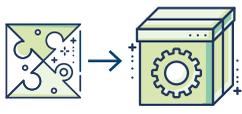
**Figura 7: Esquema gráfico de la interacción del elemento Revisión de Seguridad Pre-inicio**





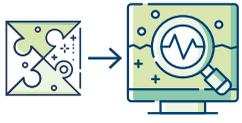
### 1.3.3.3 Integridad y Confiabilidad de Activos, Equipos y Estructuras

El elemento **Integridad y Confiabilidad de Activos, Equipos y Estructuras** interactúa con los siguientes elementos:



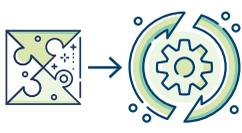
#### **Paquete Tecnológico**

Desde donde recibe, a través de manuales de operación, las especificaciones técnicas de los activos y la información básica para estructurar planes de inspección, monitoreo y mantenimiento. El Paquete Tecnológico proporciona parámetros que deben ser monitoreados, incluyendo sus límites para detener la operación o programar mantenimientos, permitiendo identificar tempranamente anomalías o desgastes excesivos, lo cual facilita la realización de mantenimientos predictivos y correctivos antes de que ocurra una falla.



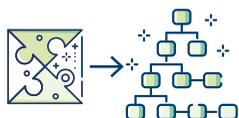
#### **Identificación de Peligros y Análisis de Riesgos de Procesos y Operaciones**

Que considera la condición de los activos y sus potenciales fallos, contribuyendo a su integridad mediante la implementación de medidas de mitigación y mantenimiento preventivo identificadas en el análisis de riesgos.



#### **Gestión de Cambios**

Desde donde recibe información para la reevaluación de los planes de inspección, monitoreo y mantenimiento de los activos y estructuras (introducción de nuevo equipamiento en el sistema, cambio en las características de los activos, modificación de parámetros operacionales, etc.).



---

### **Procedimientos Operativos**

Proporcionando la información para la construcción de flujos y disparadores de toma de decisiones relacionados con la integridad de los activos mencionados en los procedimientos operativos, como sensores, alarmas, variables de proceso como temperatura, presión, vibración, propresión, desplazamiento de masa, etc.;

---



### **Calidad Asegurada**

Que garantiza que los activos y estructuras sean entregados para operación y mantenimiento dentro de los estándares especificados, ya sean nuevos o modificados, y proporciona la referencia inicial para comparar el estado de depreciación y definir la estrategia de mantenimiento.

---



### **Revisión de Seguridad Pre-inicio**

Desde donde recibe, a través del checklist de PSSR, la información sobre las condiciones de los activos y estructuras antes del inicio de las operaciones, verificando la conformidad de la integridad de estos activos y estructuras mediante la implementación de procedimientos seguros y el entrenamiento adecuado del personal.

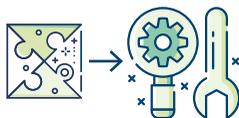
---



### **Comunicación e Investigación de Incidentes**

En caso de incidentes y/o fallas, después de la investigación y/o análisis de fallas, a través de lecciones aprendidas, se comunican a todas las partes interesadas las mejoras relevantes, medidas para mejorar el mantenimiento de equipos, estructuras, entre otros, para mejorar la Integridad y Confiabilidad de Activos, Equipos y Estructuras.

---



---

## Planificación y Respuestas a Emergencias

Garantizando la disponibilidad de los recursos necesarios para el Plan de Atención a Emergencias (PAE) de manera efectiva dentro del proyecto y en colaboración con las organizaciones externas de respuesta, en casos donde hay compartición de áreas operativas o de producción por más de una empresa, como en el caso de miniminas.

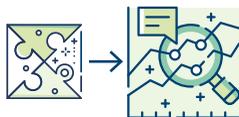
---



## Gestión de Contratistas

Proporcionando los requisitos de integridad y confiabilidad de equipos, activos y estructuras utilizados en servicios que impacten la seguridad del proceso o la integridad de activos, estructuras y equipos críticos para la seguridad del proceso, como servicios de inspección y mantenimiento especializados, y equipos proporcionados en comodato.

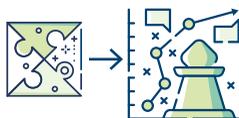
---



## Auditoría

Proveyendo las auditorías de información relacionadas con los requisitos de operabilidad, confiabilidad, mantenimiento e inspección de activos para ser evaluados en cuanto a su conformidad con los estándares establecidos.

---

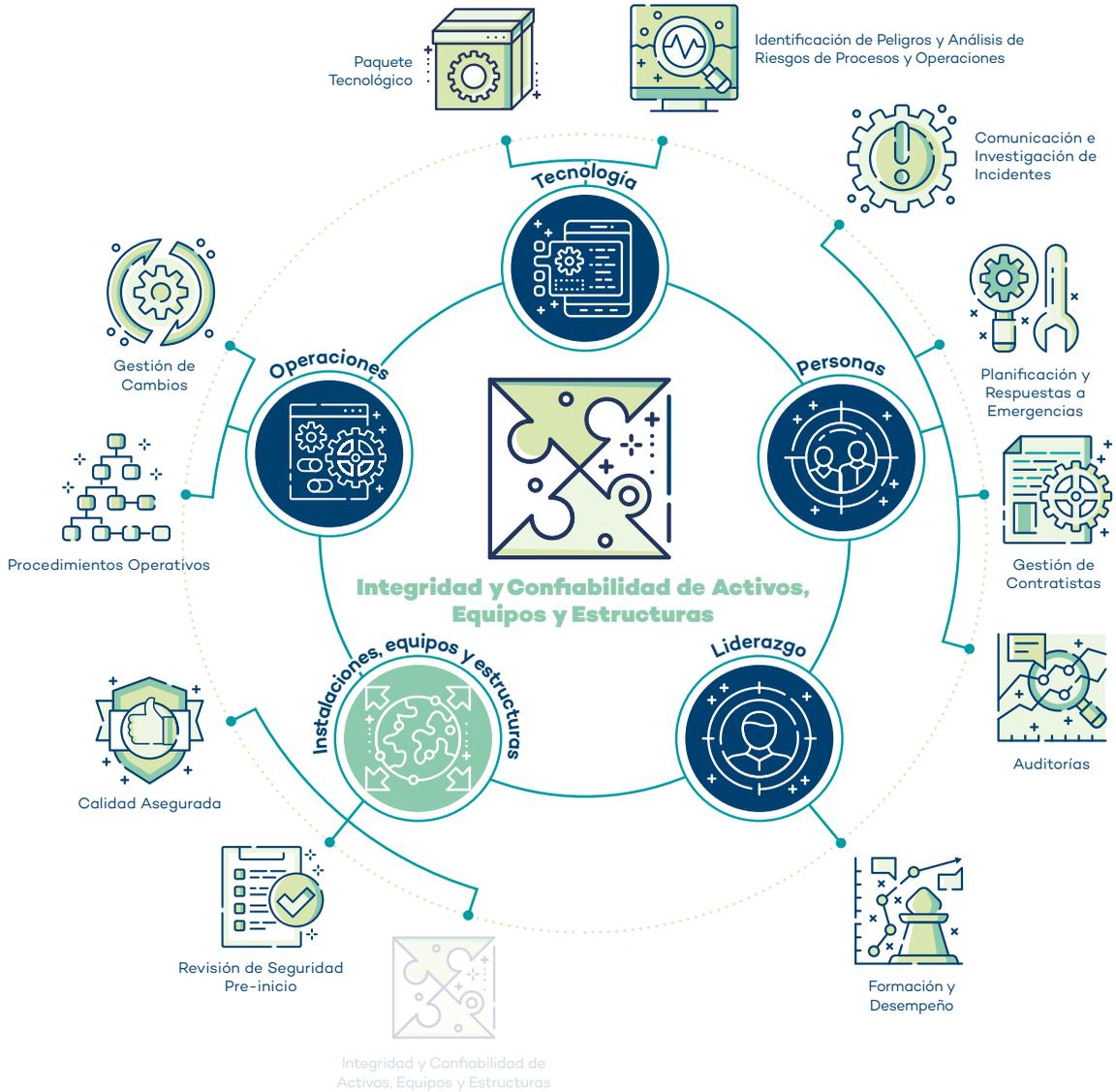


## Formación y Desempeño

Asegurando que el equipo responsable de las actividades relacionadas con la integridad y confiabilidad de activos, equipos y estructuras críticos para la seguridad de procesos tenga las competencias necesarias para su ejecución.

---

**Figura 8: Esquema gráfico de la interacción del elemento Integridad y Confabilidad de Activos, Equipos y Estructuras**



## 1.3.4 Personas



### 1.3.4.1 Comunicación e Investigación de Incidentes

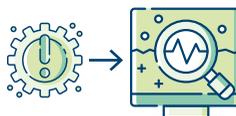


El elemento de **Comunicación e Investigación de Incidentes** interactúa con todos los demás elementos, ya que para llevar a cabo una investigación de calidad se requieren insumos provenientes de actividades de otros elementos del GSPM. Además, los aprendizajes de las investigaciones pueden señalar debilidades u oportunidades de mejora en uno o más elementos del sistema. A continuación, se presentan algunos ejemplos prácticos de interacción:



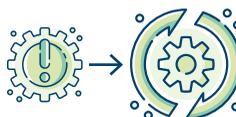
#### **Paquete Tecnológico**

Los resultados de las investigaciones pueden guiar el desarrollo de nuevas tecnologías e innovaciones para mejorar la seguridad del proceso. La información derivada de las investigaciones puede utilizarse para garantizar la conformidad de los proyectos con estándares y regulaciones específicas de seguridad del sector.



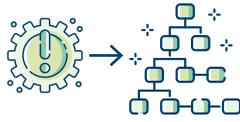
#### **Identificación de Peligros y Análisis de Riesgo de Procesos y Operaciones**

La comunicación efectiva y las investigaciones de incidentes contribuyen a la identificación de nuevos riesgos y mejoran el análisis de riesgos existente



#### **Gestión de Cambios**

Los incidentes investigados pueden resultar en recomendaciones para cambios en los procesos, y estos cambios deben gestionarse mediante procesos efectivos de gestión de cambios.



---

### **Procedimientos Operativos**

Los resultados de las investigaciones pueden llevar a actualizaciones en los procedimientos operativos para mitigar los riesgos identificados.

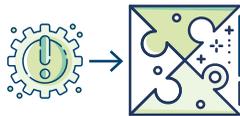
---



### **Revisión de Seguridad Pre-inicio**

Las lecciones aprendidas de las investigaciones pueden llevar a actualizaciones en los procedimientos de pre-inicio. Esto puede incluir la inclusión de verificaciones adicionales, revisiones de procedimientos o ajustes en las listas de verificación para garantizar un inicio seguro.

---



### **Integridad de Confiablez de Activos, Equipamentos e Estructuras**

Los hallazgos de las investigaciones pueden influir en las prácticas de mantenimiento preventivo y en los programas de inspección para evitar fallas similares en el futuro.

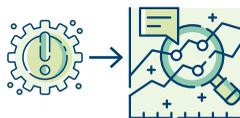
---



### **Planificación y Respuestas a Emergencias**

Los resultados de las investigaciones pueden impactar los planes de respuesta a emergencias y los sistemas de evacuación, garantizando una preparación más efectiva.

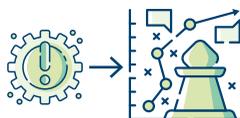
---



### **Auditorías**

Los resultados de las investigaciones pueden influir en el alcance y el énfasis de las auditorías de seguridad, ayudando a identificar áreas adicionales de mejora.

---



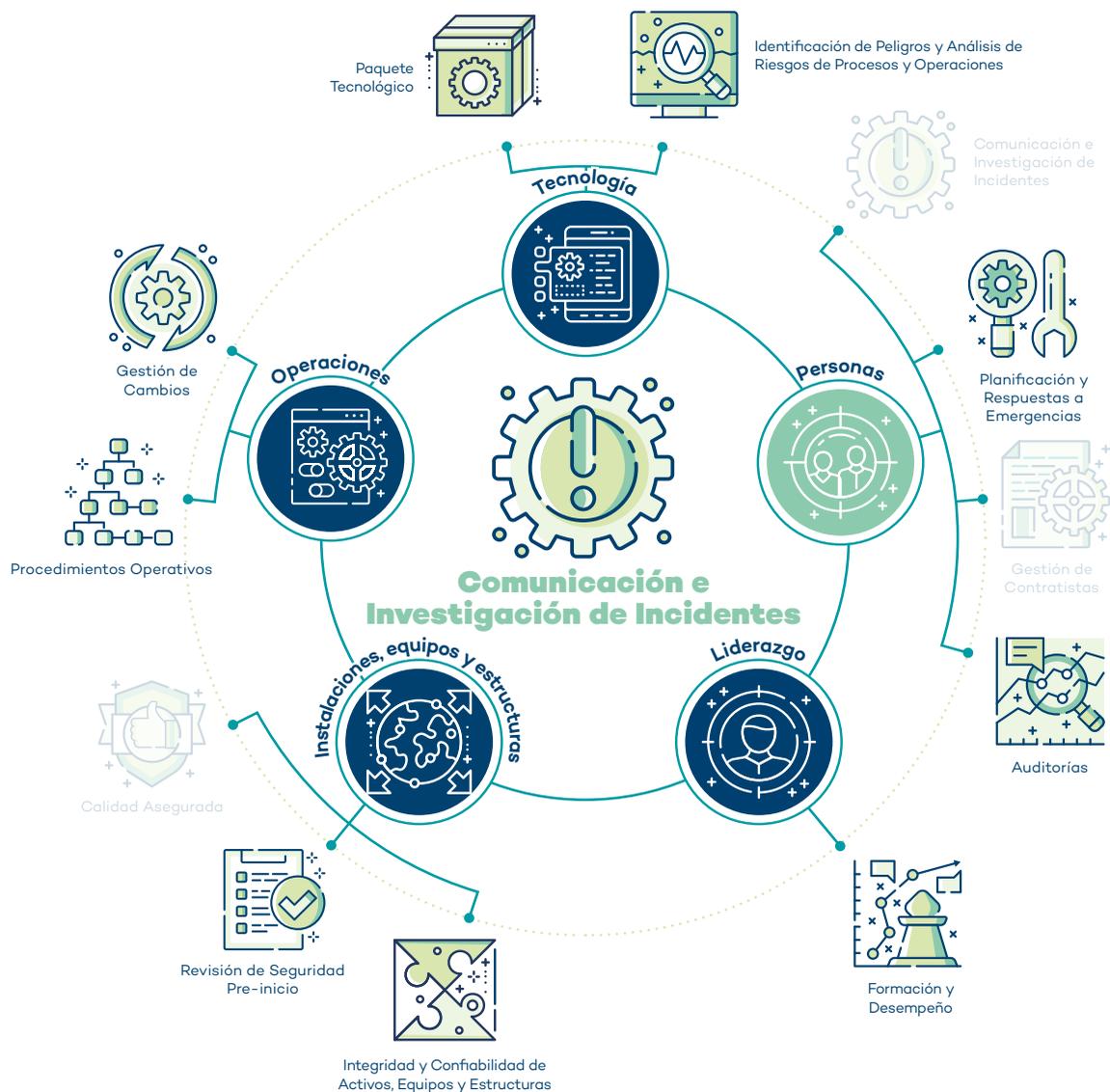
### **Formación y Desempeño**

---

La información procedente de las investigaciones puede emplearse para mejorar los programas de formación y aumentar la concienciación sobre riesgos específicos.

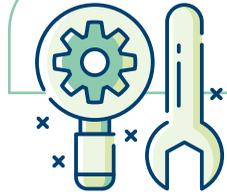
---

**Figura 9:** Esquema gráfico de la interacción del elemento **Comunicación e Investigación de Incidentes**

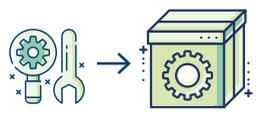




## 1.3.4.2 Planificación y Respuestas a Emergencias

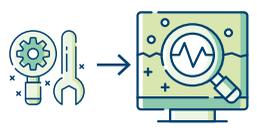


El elemento **Planificación y Respuestas a Emergencias** interactúa con:



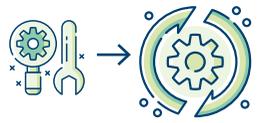
### **Paquete Tecnológico**

Recibe información sobre el dimensionamiento de equipos, recursos, sensores y alarmas utilizados en situaciones de emergencia. También recibe datos para desarrollar procedimientos de parada de emergencia del sitio, y para mapear escenarios que requieran un plan específico de respuesta. Después de una emergencia o simulacro, la evaluación puede implicar la necesidad de gestionar cambios, lo que podría requerir una revisión del contenido del paquete tecnológico debido a fallas, deficiencias u oportunidades de mejora identificadas en los recursos físicos utilizados.



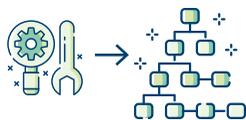
### **Identificación de Peligros y Análisis de Riesgo de Procesos y Operaciones**

Proporciona la lista de escenarios que, si se materializan, podrían generar una emergencia, así como el análisis de las consecuencias para alimentar el PAE.



### **Gestión de Cambios**

Recibe información sobre cambios en el Paquete Tecnológico (instalaciones, procesos productivos, equipos, estructuras, activos, inventario) o en personas que puedan influir en el PAE. También gestiona cambios en el PAE derivados de la evaluación de simulacros y la respuesta a eventos reales.



---

### **Procedimientos Operativos**

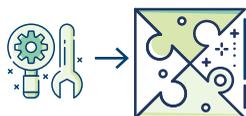
A través de la inclusión de etapas y procedimientos de actuación en caso de emergencia para cada uno de los escenarios de riesgo mapeados, de manera que se prevenga su evolución o se minimicen inicialmente las consecuencias, mediante instrucciones claras sobre qué hacer en cada escenario.



---

### **Revisión de Seguridad Pre-inicio**

Proporcionando los requisitos a verificar tanto en el sistema de protección como en el Plan de Atención de Emergencias (PAE) para asegurar un inicio seguro del sistema o instalación.



---

### **Integridad y Confianza de Activos, Equipos y Estructuras**

Garantizando la disponibilidad y confiabilidad de los sistemas tecnológicos, estructuras y activos utilizados en la respuesta a emergencias, como cámaras de refugio, salidas de emergencia, sistemas de supresión autónoma, sensores de seguridad, alarmas y sistemas de control de procesos que juegan un papel fundamental en la detección temprana de eventos que puedan influir en el tiempo de respuesta a emergencias. La verificación de la confiabilidad de cada uno de estos sistemas de control y de sus elementos es crucial para asegurar una respuesta adecuada y oportuna durante la emergencia.

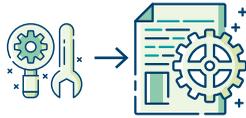


---

### **Comunicación e Investigación de Incidentes**

En la divulgación de las acciones inmediatas adoptadas después del incidente y los resultados de estas acciones. También retroalimenta el PAE, en caso de mejoras que deban implementarse o nuevos escenarios identificados durante el proceso de investigación, que deban ser considerados en el mismo.

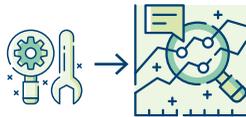
---



---

### **Gestión de Contratistas**

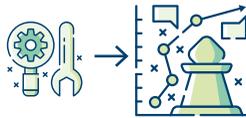
A través de garantizar que todos los trabajadores contratados conozcan los Planes de Atención a Emergencias (PAE) del establecimiento y sean incluidos en los simulacros realizados en los sitios donde llevan a cabo sus actividades. En el caso de servicios especializados tercerizados, como aquellos que involucran explosivos y electricidad, las empresas contratadas pueden contribuir a mejorar los PAE del sitio en el que operan.



---

### **Auditoría**

Proporciona información para las auditorías sobre los planes de acción en emergencias para evaluar su conformidad y cumplimiento con los estándares establecidos.



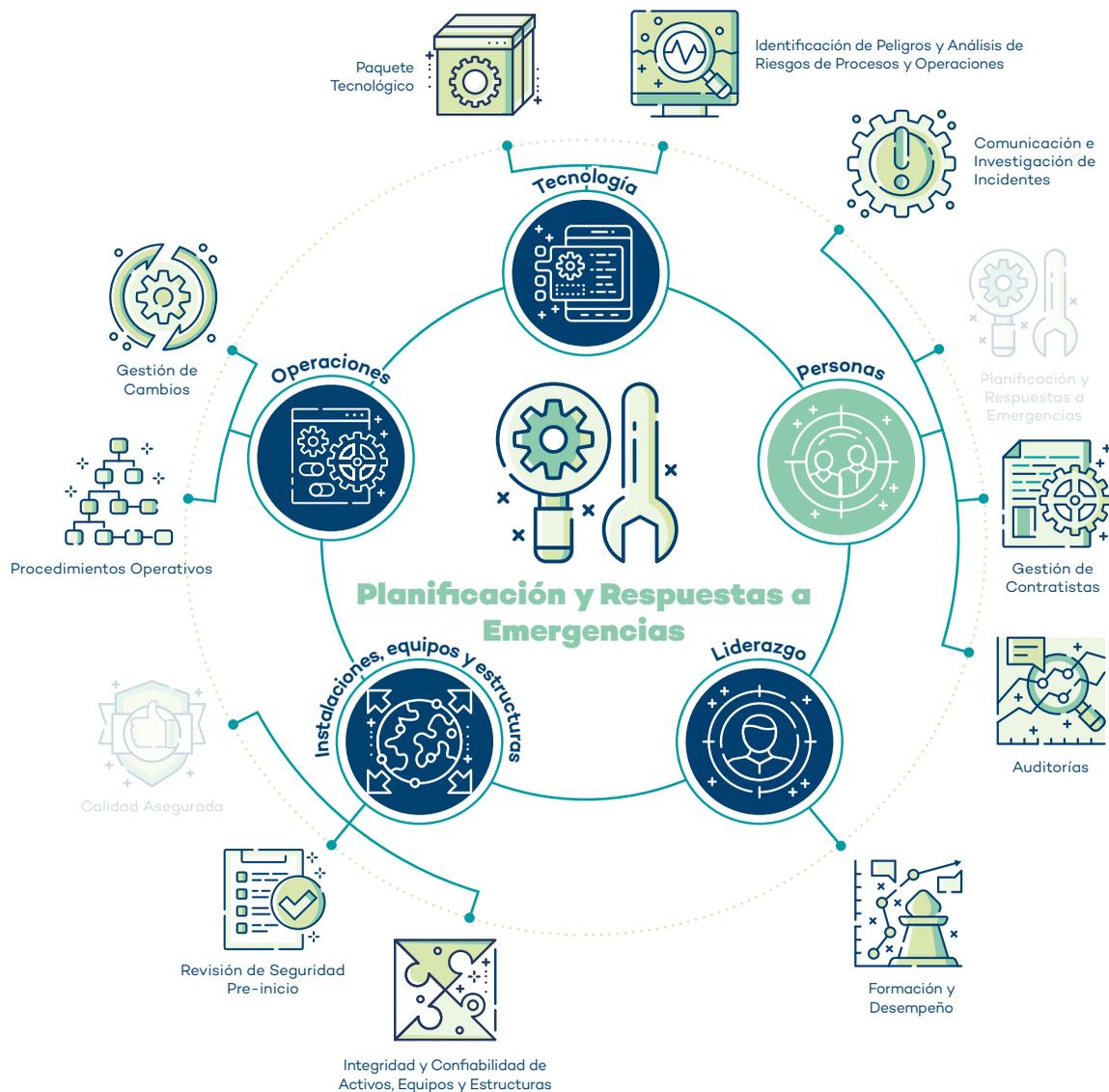
---

### **Formación y Desempeño**

Ofrece soporte y control de entrenamientos, información y orientación general del PAE al personal interno, contratistas, comunidades, agencias gubernamentales y externas. También especifica entrenamientos específicos para cada profesional de respuesta de acuerdo a su función en emergencias. También monitorea el desempeño en la respuesta a emergencias durante simulacros y eventos reales.

---

**Figura 10:** Esquema gráfico de la interacción del elemento **Planificación y Respuestas a Emergencias**





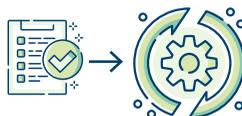
### 1.3.4.3 Gestión de Contratistas

El elemento **Gestión de Contratistas** interactúa con:



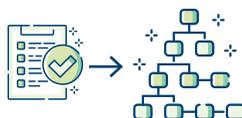
#### **Paquete Tecnológico**

De donde se obtienen las informaciones sobre los parámetros del proceso y operaciones para la realización de las actividades dentro de los límites y condiciones normales de las operaciones, así como las restricciones y prohibiciones que puedan afectar la realización de las actividades, incluyendo el suministro de información sobre características geológicas, hidrológicas, hidrogeológicas, físicas y de equipos de minas, rocas reactivas, que son relevantes para las operaciones, como por ejemplo, perforación y voladura.



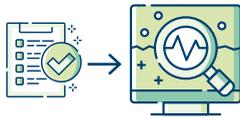
#### **Gestión de Cambios**

Evaluar el impacto en las actividades de las empresas contratadas y el impacto causado por ellas, además de la necesidad de modificar la comunicación de riesgos, procedimientos o incluso la ejecución de actividades de modo que no se añadan nuevos riesgos a las operaciones o que no se incremente el nivel de riesgo.



#### **Procedimientos Operativos**

Comunicar formalmente a las contratistas el estándar esperado, riesgos y controles para evitar la adición de nuevos riesgos a las operaciones o el aumento del nivel de riesgo. Las empresas contratadas también deben desarrollar procedimientos aplicables a sus actividades, los cuales deben ser validados por la organización contratante.



---

### **Identificación de Peligros y Análisis de Riesgos de Procesos y Operaciones**

Informando a la contratista sobre la información relevante de los escenarios de riesgo existentes que puedan impactar las actividades y operaciones en las cuales las empresas y trabajadores contratados están involucrados, así como los controles utilizados para evitar un evento.

---

Manteniendo actualizadas, entre contratante y contratista, las informaciones sobre riesgos y sus respectivos controles, durante todo el período de realización de las actividades.

---

Identificando los peligros y analizando los riesgos para apoyar la evaluación de la capacidad y competencia de la contratista para gestionar los riesgos de seguridad de procesos inherentes a la realización de actividades exclusivas de su ámbito de actuación.

---

Integrando los análisis de riesgo de actividades elaborados por la contratista y relacionados con su experiencia, y los análisis de riesgo del área donde actuará, identificando posibles impactos en el sitio y apoyando la adopción conjunta de medidas de prevención y control.

---



### **Calidad Asegurada**

Comunicando, controlando y monitoreando las prácticas, requisitos y estándares para que las actividades y servicios relacionados con proyectos de estructuras, activos e instalaciones críticas para la seguridad de procesos realizados dentro de las instalaciones de la empresa sean observados de acuerdo con el Paquete Tecnológico.

---

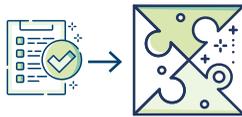


---

### **Revisión de Seguridad Pre-inicio**

Proveyendo y recibiendo información (Paquete de Tecnología, requisitos normativos, acciones de control de análisis de riesgo, etc.) para verificar durante la revisión de la calidad y especificación de los servicios contratados que puedan impactar el inicio seguro de las operaciones en todo el ciclo de vida del activo.

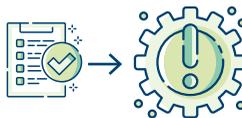
---



### **Integridad y Confiabilidad de Activos, Equipos y Estructuras**

Obteniendo y proporcionando información sobre los activos, estructuras y sistemas críticos para la seguridad del proceso, sus requisitos de mantenimiento y sobre los estándares y métodos para la ejecución de servicios contratados relacionados con este elemento. Es responsabilidad de la empresa que contrata los servicios validar los estándares de la empresa contratada.

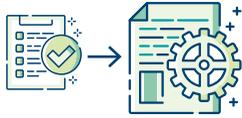
---



### **Comunicación e Investigación de Incidentes**

Obteniendo y proporcionando información sobre eventos y lecciones aprendidas, ya sean internos o externos, alimentando el proceso de Comunicación e Investigación de Incidentes de la empresa contratante y actualizando el sistema de Gestión de Contratistas con el fin de evitar que ocurran nuevos eventos y mejorando las prácticas actuales para prevenir la ocurrencia de otros eventos. Los eventos que involucren a las empresas contratadas deben ser investigados por un único equipo compuesto por representantes de la organización y de la empresa contratada, y las lecciones aprendidas deben ser compartidas y difundidas internamente por ambas partes.

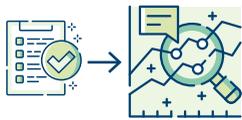
---



---

### **Planificación y Respuestas a Emergencias**

Por medio de la divulgación y entrenamiento de los procedimientos de respuesta a emergencias a los trabajadores de las empresas contratadas y considerando las interferencias que estos trabajadores y sus actividades puedan causar en la planificación de respuesta a eventos.



---

### **Auditorías**

Proveen las auditorías de información para que sean evaluadas en cuanto a la conformidad con los estándares establecidos. Proveen las auditorías de información para que sean evaluadas en cuanto a la conformidad con los estándares establecidos.



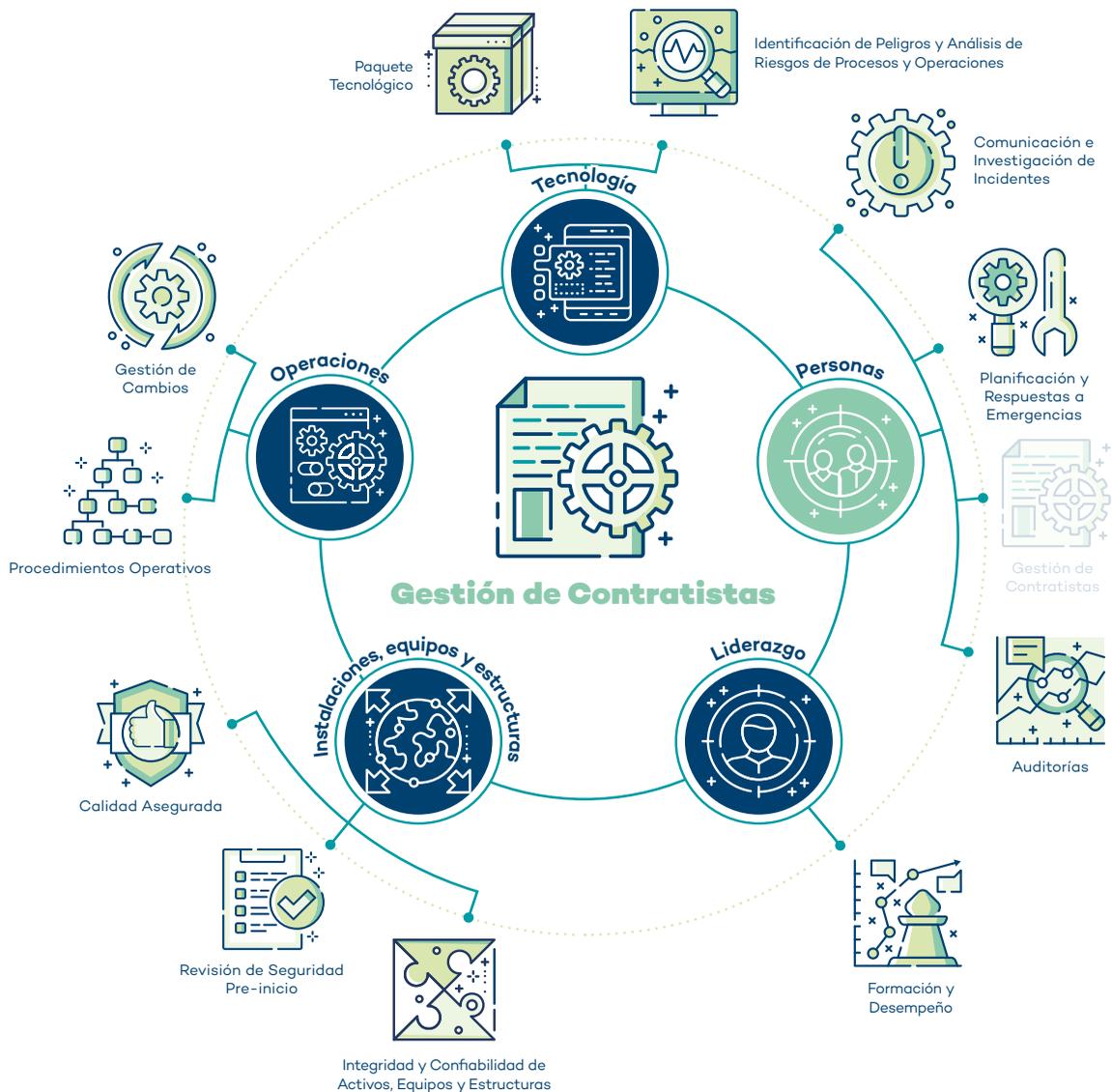
---

### **Formación y Desempeño**

A través del entrenamiento de los trabajadores contratados para evitar la introducción de nuevos riesgos dentro de las operaciones o el aumento de riesgos preexistentes. Especifica los requisitos mínimos de entrenamiento para los trabajadores contratados, de modo que puedan realizar sus actividades de manera segura cuando interactúan con el proceso o con elementos que afectan la Seguridad de Proceso, como por ejemplo, barreras de seguridad o controles críticos.

---

**Figura 11:** Esquema gráfico de la interacción del elemento **Gestión de Contratistas**

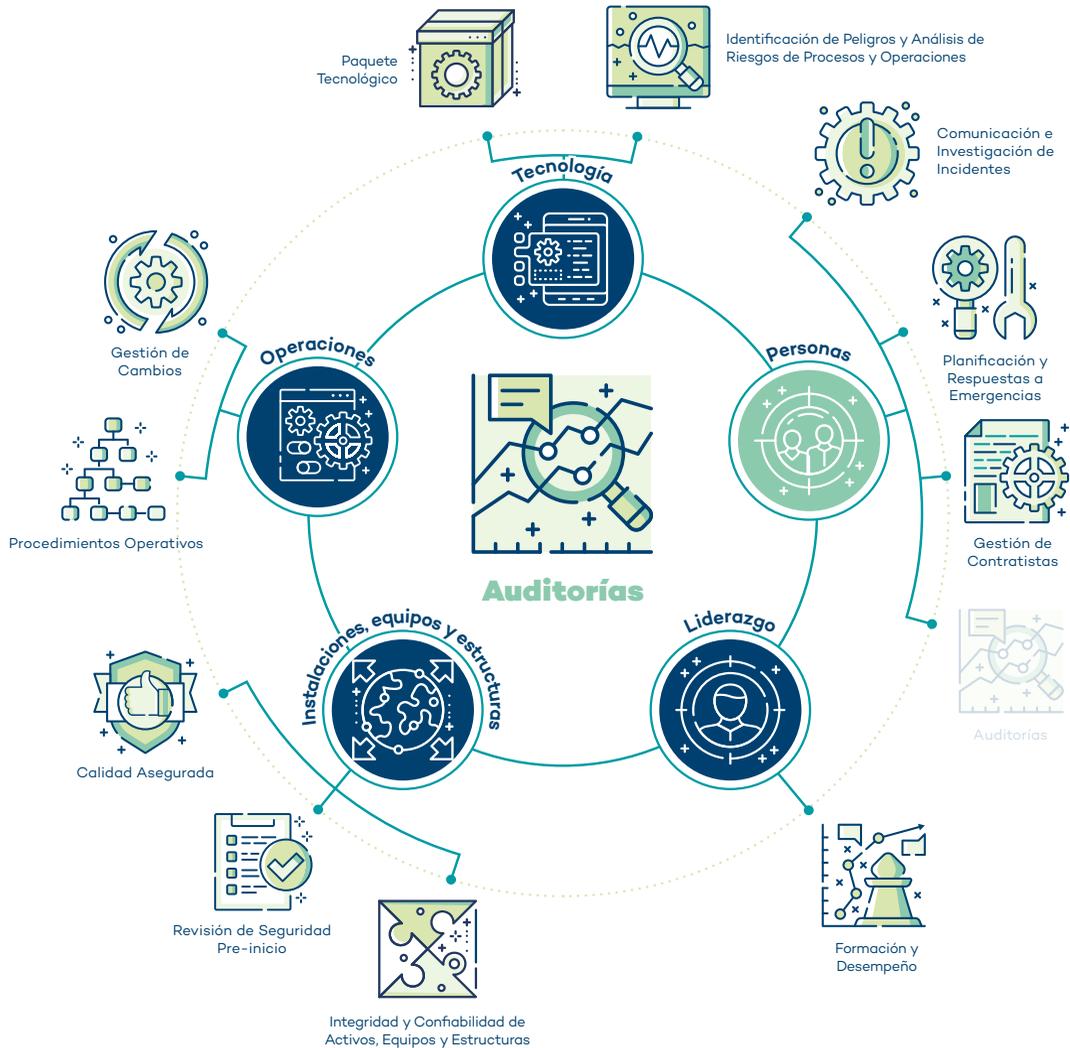




### 1.3.4.4 Auditoría

El elemento de **Auditoría** interactúa con todos los demás elementos en cuanto a verificar su adecuación mediante el establecimiento de un programa de auditorías.

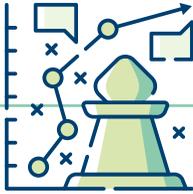
**Figura 12:** Esquema gráfico de la interacción del elemento **Auditoría**



### 1.3.5 Liderazgo

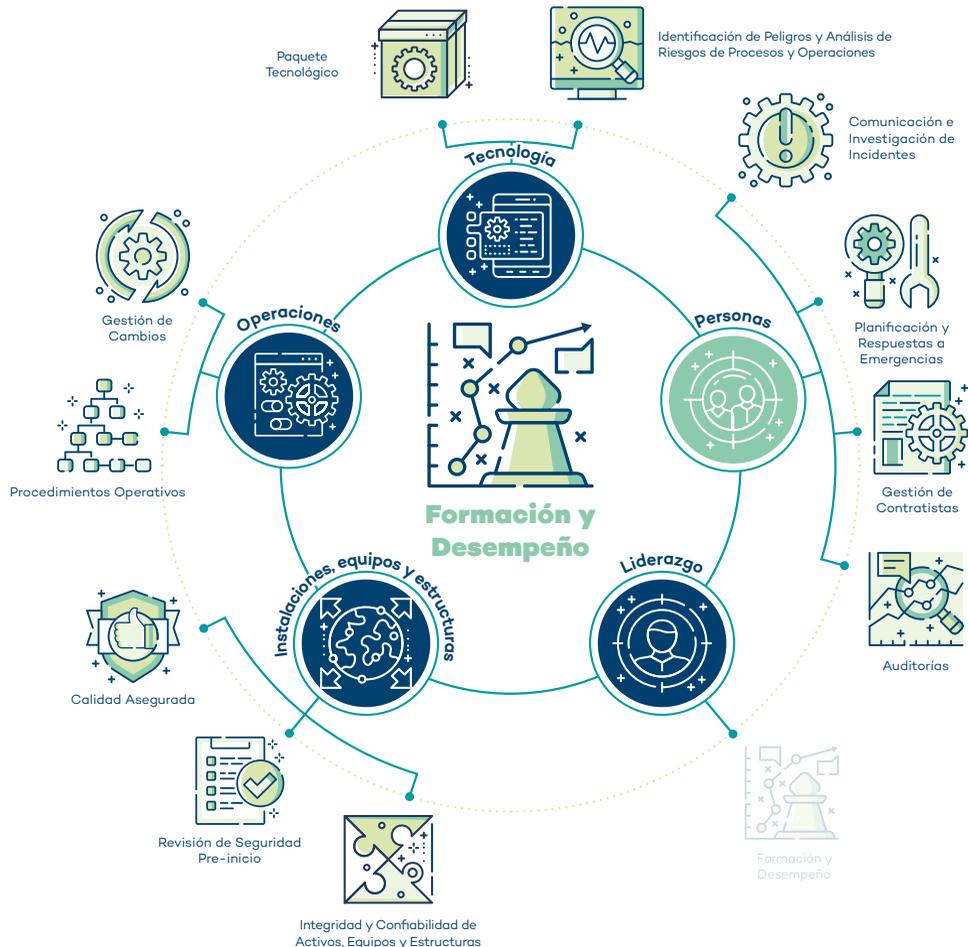


#### 1.3.5.1 Formación y Desempeño



El elemento de **Formación y Desempeño** interactúa con todos los demás elementos en relación con la verificación de su adecuación mediante el establecimiento de un programa de formación y desempeño.

**Figura13:** Esquema gráfico de la interacción del elemento **Formación y Desempeño**



## 2. PRINCIPIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL GSPM





La estrategia de implementación del GSPM debe ser evaluada y adaptada al contexto de cada organización, como se describe en la sección “APLICACIÓN” de esta guía técnica. Independientemente de la opción de la empresa, cuatro etapas clave son fundamentales para sostener organizacionalmente la mejora continua del sistema, siendo una de ellas la implementación efectiva del GSPM. Estas son:

### **I - ESTABLECER UNA “CULTURA DE SEGURIDAD”:**

Para que la cultura de seguridad sea eficaz, debe integrar las creencias y valores básicos de una organización. Debe estar integrada en todas las actividades de la empresa todos los días del año. La cultura de seguridad de una organización se establece mediante la misión, la filosofía y los principios en seguridad demostrados en el comportamiento de las personas que la componen.

El compromiso organizacional con la seguridad debe partir de la alta dirección y asegurar que todas las personas involucradas en los procesos y actividades de la organización tengan actitudes y trabajen para evitar accidentes e incidentes dentro y fuera del trabajo.

## **II - PROPORCIONAR LIDERAZGO Y COMPROMISO DE LA ALTA DIRECCIÓN:**

El liderazgo y el compromiso de la alta dirección constituyen el fundamento de un esfuerzo continuo para alcanzar y sostener la excelencia en el GSPM. El verdadero compromiso de una dirección que busca la excelencia y la mejora continua en la seguridad de proceso se caracteriza por acciones que respaldan y refuerzan constantemente las metas y políticas de la empresa. Es crucial que estas acciones comiencen en el nivel más alto de liderazgo competente y se extiendan a través de todos los niveles de la organización.

Las responsabilidades de la alta dirección incluyen:

- Establecer el principio de que la seguridad es responsabilidad de toda la línea organizativa;
- Desarrollar y comunicar las políticas, principios y normas del GSPM;
- Definir claramente las responsabilidades para el desempeño del grupo en relación con metas u objetivos específicos relacionados con la Seguridad de Proceso;
- Asignar recursos para implementar políticas y normas de GSPM y para mantener la mejora continua en Seguridad de Proceso;
- Implementar y difundir la misión y filosofía de seguridad de la organización;
- Fomentar y apoyar la participación amplia de los empleados en todos los niveles jerárquicos y en actividades de Seguridad de Proceso, incluidos operadores, mecánicos, técnicos, ingenieros, especialistas y gerentes, asegurando los recursos y el respaldo necesarios;

- Verificar el grado de cumplimiento de las políticas y normas establecidas de Seguridad de Proceso e implementar medidas correctivas adecuadas;
- Participar personalmente en actividades que demuestren visiblemente el compromiso con la Seguridad de Proceso;
- Incluir el GSPM en el sistema de gestión integrado de la organización.

### **III - IMPLEMENTAR UN PROGRAMA DETALLADO DE GSPM:**

Como se mencionó en el ítem 3, las organizaciones pueden implementar el GSPM según lo propuesto en esta guía de manera integral, o adaptar o combinar los sistemas de gestión existentes para abarcar los aspectos de Seguridad de Proceso establecidos en esta guía, reformulando los procesos vigentes y complementando las brechas del sistema de gestión con nuevos procesos o actividades faltantes, o incluso utilizar esta guía como referencia para mejorar un elemento particular del sistema de gestión existente.

### **IV - ALCANZAR LA “EXCELENCIA OPERATIVA”:**

Una organización alcanza la excelencia operativa cuando cada uno de sus miembros desarrolla un compromiso profundo y dedicación para realizar cada tarea de manera segura. En esta etapa, el reconocimiento y el estímulo de iniciativas que demuestren este compromiso y dedicación con la seguridad deben ser inherentes a todos los niveles de liderazgo.



## 2.1 Operacionalización del GSPM

Las actividades del GSPM deben integrarse en las rutinas de cada organización y adaptarse a su estructura y contexto local, y lo mismo se aplica a la estrategia seleccionada para la operacionalización. Entre las diversas opciones se menciona la creación de un grupo independiente de trabajo multidisciplinario para la implementación y mejora del GSPM, o la integración de este grupo en comités temáticos locales, regionales o incluso internacionales. No importa la opción elegida; lo crucial es que exista integración entre los núcleos de trabajo, la estrategia de la compañía y que se dé la debida visibilidad a la alta dirección sobre el tema.

Se presenta a continuación un modelo típico para la operacionalización del GSPM. Se trata de un comité independiente y multidisciplinario de GSPM, que puede o no reportar sus actividades dentro de un foro central de ESG de la organización. Este modelo se adopta con frecuencia, con adaptaciones en la estructura, roles y responsabilidades, según el contexto local y organizativo. Se sugiere utilizar este ejemplo como referencia para la operacionalización del GSPM, sin que este formato sea obligatorio en ningún momento



## 2.2 Composición del Comité del GSPM

### Patrocinador del GSPM

El miembro de la alta dirección competente proporciona recursos y autoridad al coordinador del GSPM para que pueda desarrollar sus actividades.

El Patrocinador del GSPM, por su parte, debe asegurarse de que se dispongan recursos adecuados para demostrar el liderazgo y el compromiso general de la administración, así como designar un coordinador del GSPM.

### Coordinador del GSPM

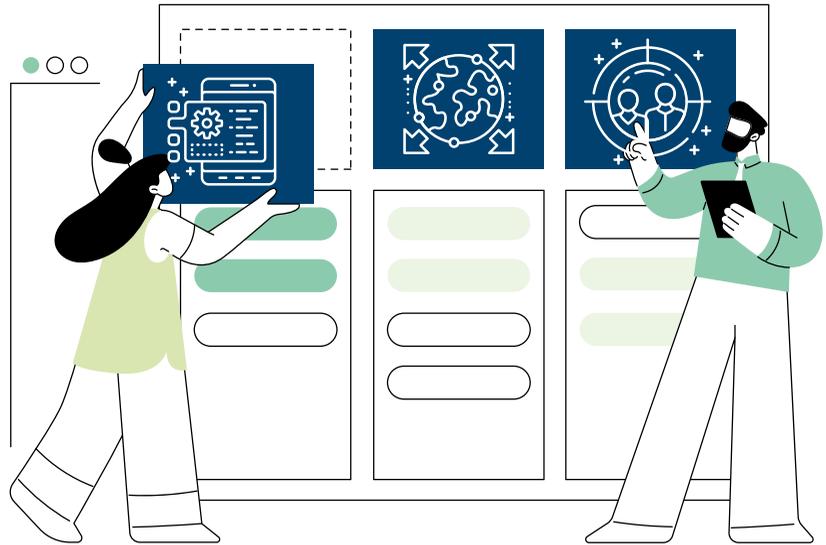
También conocido como Líder del GSPM. Responsable de difundir el conocimiento sobre seguridad de procesos, especialmente dentro del Comité del GSPM. Tiene el papel de articular y facilitar las actividades de implementación y mejora del GSPM, principalmente entre los líderes de los ejes y elementos del sistema.

### **Líder del eje del sistema**

Responsable de la articulación y coordinación de las actividades relacionadas con la implementación y mejora de cada elemento agrupado dentro de un eje específico del GSPM. Trabaja en colaboración con los líderes de otros ejes y bajo la dirección del Coordinador del GSPM.

### **Líder del elemento**

Profesional especializado con poder de decisión para la implementación o mejora de los procesos relacionados con un elemento específico del GSPM. Trabaja bajo la coordinación del Líder del Eje al cual está relacionado su elemento.



## 2.3 2.3 Funciones de los Líderes de los Ejes/Elementos

- Motivar a su equipo.
- Demostrar liderazgo y compromiso.
- Ser responsable de la toma de decisiones y la comunicación efectiva dentro y fuera de su elemento.
- Realizar reuniones con todos los miembros del elemento según sea necesario.
- Enviar mensualmente los indicadores y el Cronograma P x R (Programado x Realizado) al responsable dentro del plazo establecido.
- Mantener actualizados los procedimientos y documentos relacionados con su elemento.
- Delegar y organizar la realización de las tareas de su elemento.

- Participar en las capacitaciones, cuando sea necesario, y asegurar la presencia de los empleados bajo su responsabilidad, cuando se les solicite;
- Asegurar que se está dedicando tiempo adecuado a la realización de las tareas relacionadas con el GSPM;
- Cumplir con el cronograma dentro del plazo establecido;
- Participar en las auditorías del GSPM de su elemento;
- Asegurar que las no conformidades identificadas sean tratadas y verificadas en cuanto a su eficacia dentro de los plazos establecidos;
- Mantener al coordinador del GSPM informado y actualizado sobre las actividades y la implementación de su elemento;
- Estar atento a los problemas y dificultades de su elemento y reportarlos, cuando sea necesario, al coordinador del subcomité del GSPM;
- Designar un integrante de su elemento para que lo represente en casos de ausencia (vacaciones, viajes, licencias - respaldo).



## 2.4 Funciones del Coordinador del GSPM:

- Motivar a su equipo / elementos bajo su responsabilidad;
- Demostrar liderazgo y compromiso;
- Ser responsable de la toma de decisiones y de la comunicación efectiva con los elementos y fuera de ellos en alineación con el líder empresarial / alta dirección organizacional;
- Realizar reuniones con todos los líderes de elementos según corresponda;
- Participar en las capacitaciones, cuando sea necesario, y asegurar la presencia de los elementos bajo su responsabilidad, cuando se les solicite;
- Asegurar que se está dedicando tiempo adecuado a la realización de las tareas relacionadas con el GSPM;

- Asegurar el cumplimiento del cronograma de los elementos bajo su responsabilidad dentro del plazo establecido;
- Participar en las auditorías del GSPM de los elementos bajo su responsabilidad;
- Estar atento a la información y actualizado acerca de problemas, actividades e implementación de sus elementos, escuchándolos y ayudándolos cuando sea necesario;
- Divulgar la versión actualizada del guía del GSPM a los líderes de los elementos / gestores de las áreas involucradas de los sitios;
- Participar en Revisiones de Seguridad de Pre-Puesta en Marcha de nuevas unidades o de unidades existentes que hayan pasado por grandes modificaciones;
- Gestionar los indicadores del GSPM y elaborar mensualmente un informe con el seguimiento del desempeño de cada elemento y enviarlo a los líderes de elemento, tras el análisis del Comité de GSPM.
- Auditar los programas de GSPM de la unidad de trabajo;
- Proveer asistencia técnica sobre el GSPM para las unidades de trabajo;
- Coordinar el intercambio de información entre las unidades de negocio o áreas de la organización;
- Coordinar la transferencia de responsabilidades relativas al GSPM entre las organizaciones (sitios, direcciones y matriz);
- Ayudar a garantizar que se preste atención adecuada al GSPM durante las actividades (por ejemplo, formación de joint ventures, adquisiciones, operaciones tercerizadas, desactivación de procesos y discontinuación de procesos).



## 2.5 Indicadores del sistema de GSPM

**T**odos los elementos del GSPM adoptados por la organización, según se describe en la sección “APLICACIÓN” de esta guía técnica, deben tener sus propios indicadores que servirán como parámetro para medir el desempeño de sus actividades y la implementación del proyecto. Estos indicadores deben ser evaluados mensualmente por el Comité de Seguridad. Para cada uno de los indicadores, se definirá al menos una meta cuyo desempeño será evaluado y corregido si es necesario con el fin de lograr la efectiva implementación del sistema.



## **APÉNDICE**

# 1. GUÍA DE IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES DE SEGURIDAD DE PROCESOS PARA LA INDUSTRIA DE LA MINERÍA

## 1.1 Objetivo

Establecer requisitos, criterios y principios generales asociados al proceso de identificación y registro de Eventos de Seguridad de Procesos para la industria de minería, con el fin de apoyar la elaboración del Informe Anual de análisis del desempeño mediante indicadores proactivos y reactivos, como resultado del Compromiso de la Carta de 2019.

## 1.2 Aplicación

Los requisitos descritos en este procedimiento se aplican a las empresas del sector minero asociadas al Instituto Brasileño de Minería (IBRAM).

## 1.3 Requisitos

### 1.3.1 Requisitos Generales

Las empresas asociadas al IBRAM deben compartir una visión unificada en relación con la construcción de indicadores proactivos y reactivos de seguridad de procesos en toda la industria minera, incluyendo un conjunto común de definiciones y criterios que servirán tanto a las empresas individuales como al sector en su conjunto como un mecanismo para identificar y clasificar los eventos de manera que se impulse El objetivo

de identificar los indicadores asociados a la seguridad de las operaciones es complementar la gestión existente de las empresas en cuanto a seguridad ocupacional, medio ambiente y otros temas correlacionados.

La construcción del sistema para esta guía sigue las orientaciones del *Guide for Selecting Leading and Lagging Indicators* (2021) y las experiencias de las empresas mineras, considerando las especificidades del sector minero.

Dado que un elemento esencial de cualquier programa de mejora continua es la medición y la tendencia de los datos de desempeño, se recomienda mejorar continuamente el desempeño en seguridad de proceso en las organizaciones.

Es esencial que existan indicadores de seguridad de proceso proactivos y reactivos, considerando las siguientes características (CCPS 2021):

**Confiable:** deben ser medibles usando una escala objetiva o independiente. Para ser medible, un indicador necesita ser específico y distinto.

**Repetitivo:** condiciones similares producirán resultados similares y equipos entrenados diferentes midiendo el mismo evento o punto de datos obtendrán el mismo resultado.

**Consistente:** las unidades y definiciones son consistentes en toda la compañía. Esto es particularmente importante cuando los indicadores de una área de la empresa se comparan con los de otra.

Independiente de las Influencias Externas: el indicador lleva a conclusiones correctas y es independiente de la presión para alcanzar un resultado específico.

**Relevante:** el indicador es relevante para la disciplina operacional o sistema de gestión que está siendo medido; tienen un propósito y llevan a una respuesta accionable cuando están fuera del intervalo deseado.

**Comparable:** el indicador es comparable con otros indicadores similares. La comparabilidad puede ser a lo largo del tiempo en una compañía o por medio de una industria.

### 1.3.2 Requisito Específico

Considerando las orientaciones del CCPS, la propuesta conceptual de esta guía es trabajar con dos tipos de indicadores:

- **Indicadores Reactivos** – un conjunto retrospectivo de indicadores basados en incidentes y accidentes ocurridos que cumplen con un límite establecido de gravedad.

- **Indicadores Proactivos** – Un conjunto de indicadores dirigidos para la prevención que indican el desempeño de los principales procesos de trabajo, disciplina operacional o capas de protección que ayudan a evitar posibles incidentes y accidentes.

El conjunto de indicadores se representa en diferentes niveles de la pirámide, como se ilustra en la Figura 1.

La pirámide se divide en cuatro niveles separados según la severidad/gravedad del accidente o incidente que ocurrió o podría haber ocurrido. Estos niveles corresponden a los cuatro Tiers observados en la API RP 754, variando desde los accidentes de mayor consecuencia, enmarcados en el nivel Tier 1, hasta las evaluaciones de desempeño proactivas, que ocurren en el nivel Tier 4.

Figura 1: Tiers y tipos de Indicadores



([https://www.aiche.org/sites/default/files/docs/pages/ccps\\_process\\_safety\\_metrics\\_-\\_v3.1\\_-\\_pt\\_final.pdf](https://www.aiche.org/sites/default/files/docs/pages/ccps_process_safety_metrics_-_v3.1_-_pt_final.pdf) - página 9

La pirámide propone la distribución entre indicadores reactivos, asociados a eventos con pérdidas reales, y los indicadores proactivos, asociados al funcionamiento exitoso de las barreras de protección, así como la evaluación del desempeño del sistema de gestión orientado a la seguridad de procesos operativos.

Se recomienda que las empresas del sector minero analicen los indicadores en cada nivel para ayudarles a monitorear su desempeño en seguridad de procesos, siguiendo las orientaciones del *Guide for Selecting Leading and Lagging Indicators* (2021).

Sin embargo, para la elaboración del Informe Anual de análisis del desempeño, **la propuesta inicial del IBRAM** es presentar una metodología que considere las etapas de identificación y clasificación de eventos en los niveles **Tier 1** y **Tier 2** como guía para la identificación de eventos con mayor severidad/gravedad.

Al compartir esta información en el Informe Anual, las empresas permitirán un análisis de benchmarking que contribuirá a impulsar el compromiso con la implementación del tema y proponer mejoras continuas en el desempeño de seguridad de procesos para el sector minero.

### 1.3.3 Etapas del proceso

Un Evento de Seguridad del Proceso (ESP) son incidentes derivados del proceso productivo del sector minero, potencialmente catastróficos, que pueden resultar en impactos a equipos y/o activos operativos, impactos al medio ambiente o daños a personas.

Para aplicar el concepto en la minería, se ha considerado no solo la liberación de material peligroso, sino también de **energía peligrosa**, utilizando de manera ampliada el concepto de pérdida de contención primaria (*Loss of Primary Containment* – LOPC).

Es importante destacar que el evento involucra la presencia o ausencia de controles, barreras o salvaguardas en instalaciones operativas, dentro de un área de alcance preestablecida destinada a actividades de desarrollo, extracción, beneficio, procesamiento, producción y transferencia/transporte de productos y materiales.

Para facilitar la aplicación de la metodología en la identificación y clasificación de un Evento de Seguridad de Proceso, se deben seguir dos pasos:

1. Responder a un flujo de preguntas estratégicas que, mediante palabras clave, guían a los profesionales hacia algunas

reflexiones que pueden o no resultar en la identificación de un evento de seguridad de procesos operacionales;

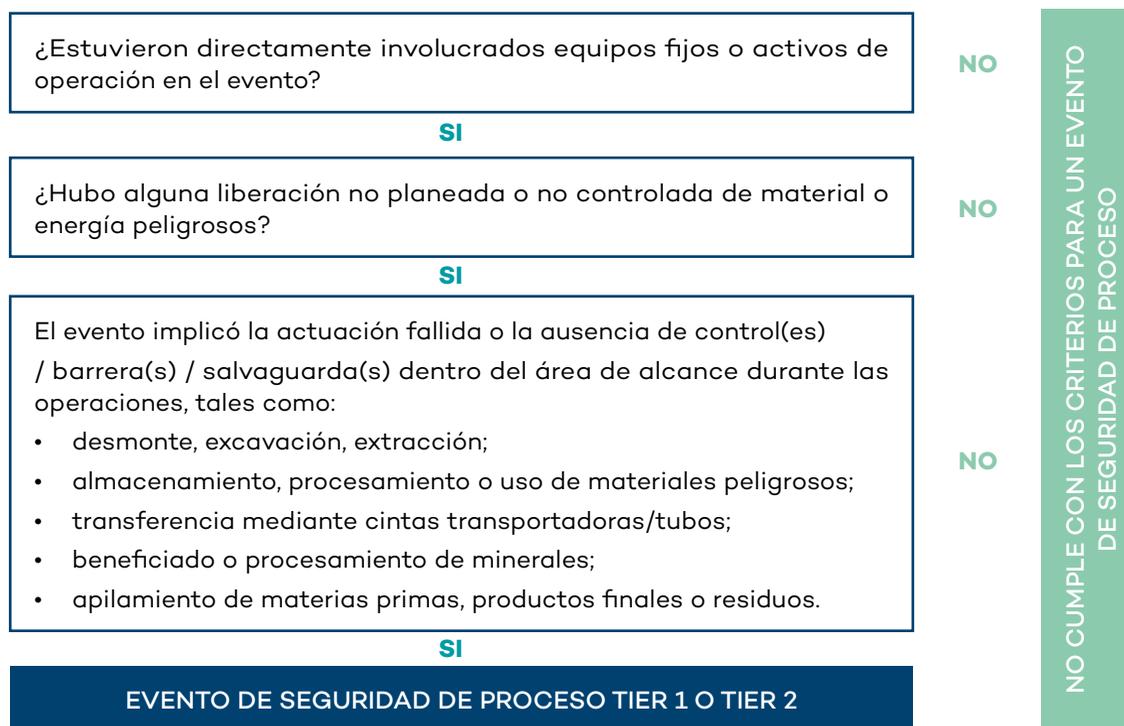
- II. analizar los criterios elaborados considerando las especificidades de las operaciones de minería para identificar los diferentes niveles de severidad, resultando en la clasificación de eventos con pérdidas reales en Tier 1 y Tier 2.

Se destaca que todo evento es importante y debe ser identificado, registrado y tratado conforme a la estrategia de las empresas asociadas al IBRAM para prevenir accidentes con potencial catastrófico en vidas humanas, comunidad, medio ambiente, continuidad operacional y reputación empresarial.

## PASO 1

### DIAGRAMA DE FLUJO DE IDENTIFICACIÓN DE EVENTOS DE SEGURIDAD DEL PROCESO

Figura 2: Diagrama de Flujo para la Identificación de Eventos de Seguridad del Proceso



## PASO 2

### CRITERIO PARA LA CLASIFICACIÓN DE EVENTOS DE SEGURIDAD DE PROCESOS

Tier 1	Tier 2
Incendio, explosión o detonación no planeada/involuntaria que resulte en un costo directo igual o superior a US\$ 100,000 para la Compañía; (CCPS)	Incendio, explosión o detonación no planeada/involuntaria que resulte en un costo directo igual o superior a US\$ 2,5 mil para la Compañía; (CCPS)
Lanzamiento no controlado que supere el perímetro definido en el Plan de Fuego y que exceda los límites del emprendimiento	Lanzamiento no controlado que supere el perímetro definido en el Plan de Fuego dentro de los límites del emprendimiento con un tiempo de más de 24 horas para la reanudación segura del proceso de desmonte (perforación y carga)
Evacuación de la comunidad oficialmente declarada o refugio comunitario en el lugar; (CCPS)	Evacuación en el sitio declarada o refugio comunitario en el lugar debido a una ocurrencia real en las operaciones
Liberación de material que excede las cantidades límite en el período de una hora; (CCPS - incluyendo parámetros de minería) Ver Tabla 1	Liberación de material que excede las cantidades límite en el período de una hora; (CCPS - incluyendo parámetros de minería) Ver Tabla 2
Fatalidad o lesión incapacitante (permanente) de empleados, contratistas y/o miembros de la comunidad como resultado de un evento de seguridad operativa de proceso;	Lesión registrable (con alto potencial de ser fatal, con tiempo de baja) de empleado o contratista como resultado de un evento de seguridad operativa;  Hospitalización de miembros de la comunidad.

Tier 1	Tier 2
<p>Ruptura transversal total de la correa transportadora con deformación de la estructura de soporte del equipo. La caída del contrapeso está implícita en la ruptura transversal total.</p>	<p>Ruptura transversal total de la correa transportadora con daños (pérdida de función) en las estructuras secundarias (como soportes de componentes, sistema de accionamiento, tambores, rodillos, tolvas, dispositivos de control de flujo, cabezales móviles, volteadores de correa, tolva móvil, caballetes, protecciones laterales y cubiertas).</p>
<p>Impacto ambiental que excede los límites del emprendimiento con efectos adversos en el medio ambiente, restableciendo la integridad del entorno en un período superior a 5 años o sin restablecimiento de su integridad (daño irreversible).</p>	<p>Impacto ambiental que excede los límites del emprendimiento con efectos adversos en el medio ambiente, restableciendo la integridad del entorno en un período superior a 1 semana a 5 años (daño reversible).</p>
<p>Ruptura de represas y/o embalses con consecuencias reales de falla alta, muy alta o extrema (según el Estándar Global de la Industria para la Gestión de Desechos), con transferencia/compensación moderada para comunidades &lt;US\$ 100 millones.</p>	<p>Desplazamiento de la presa o diques con compromiso estructural del embalse, pero sin apertura de brecha.</p> <p>Rupturas de taludes en el macizo o taludes de presas o Estructura de Almacenamiento de Residuos (EAR) sin liberación no controlada total o parcial del material almacenado.</p>
<p>Ruptura de ductos (mineroducto, ducto de residuos y otros) con efectos adversos en el medio ambiente, restableciendo la integridad del ambiente en un período superior a 5 años o sin restablecer su integridad.</p>	<p>Ruptura de ductos (mineroducto, ducto de residuos y otros) con efectos adversos en el medio ambiente, restableciendo la integridad del ambiente en un período superior a 1 semana e inferior a 5 años (daño reversible).</p>

Tier 1	Tier 2
<p>Mina subterránea - Colapso de infraestructuras geotécnicas esenciales y principales de acceso para personas y equipos: portales; rampas principales y de emergencia; pozo vertical (shaft/ estación de carga); galerías de bombeo y galerías de ventilación con daños que igualen o superen los US\$ 100,000 de costo directo.</p>	<p>Mina subterránea - Colapso de infraestructuras geotécnicas esenciales y principales de acceso para personas y equipos: portales; rampas principales y de emergencia; pozo vertical (shaft/ estación de carga); galerías de bombeo y galerías de ventilación con daños inferiores a US\$ 100,000 de costo directo pero superiores a US\$ 2,5 mil.</p>
<p>Mina subterránea - Eventos de explosión, incendio en equipos subterráneos y acumulación de gases que requieran el uso de la cámara de refugio por uno o más trabajadores, propios o contratados, con una permanencia superior a 6 horas.</p>	<p>Mina subterránea - Eventos de explosión, incendio en equipos subterráneos y acumulación de gases que requieran el uso de la cámara de refugio por uno o más trabajadores, propios o contratados, con una permanencia inferior a 6 horas.</p>
<p>Ruptura de activo geotécnico (excepto presas y EAR) que tenga un costo directo de reparación de daños en la propia estructura, así como aquellos resultantes de su eventual impacto en equipos fijos o infraestructura, con valores superiores a US\$ 2 millones / BR\$ 10 millones.</p>	<p>Ruptura de activo geotécnico (excluyendo barragens) que tenga un costo directo de reparación de los daños en la propia estructura, así como aquellos derivados de su eventual impacto en equipos fijos, móviles o infraestructura, con valores iguales o superiores a US\$ 500,000 / BR\$ 2.5 millones.</p>

Tier 1	Tier 2
<p>Ruptura de activo geotécnico (excepto las presas) que afecta áreas con ocupación continua de personas, o tránsito frecuente de equipos/vehículos, con impacto en la restricción de acceso al lugar de trabajo, circulación de peatones, transporte de pasajeros, flujo de productos o operaciones, y con un tiempo planificado para la reanudación segura de las actividades superior a 24 horas, medido desde la interrupción causada por el evento hasta la liberación segura para la reanudación de las actividades.</p>	<p>Ruptura de activo geotécnico<sup>1</sup> (excepto las presas) que afecta área de ocupación permanente de personas, o tránsito frecuente de equipos/vehículos, y tiene efecto en la restricción de acceso al puesto de trabajo, circulación de peatones<sup>2</sup>, transporte de pasajeros<sup>3</sup>, flujo de productos<sup>4</sup> o en la operación<sup>5</sup>, con tiempo para la reanudación segura de las actividades<sup>6</sup> inferior a 24 horas, medido desde la interrupción causada por el evento hasta la liberación segura para la reanudación de las actividades.</p>

- 1** Estructuras o activos como pilas de materiales, material estéril o residuos, excavaciones, cavidades subterráneas y taludes (naturales y antropizados).
- 2** Interrupción total de la circulación de personas cuando se afectan las áreas de paso de peatones y/o pasarelas en áreas operativas o cercanas a estas.
- 3,4** Carreteras, accesos internos y externos en áreas operativas o cercanas a estas: ocupación de toda la anchura de al menos uno de los carriles de circulación.
- 5** La sustitución de las frentes de extracción o de disposición de materiales, así como de los accesos afectados por la ruptura de un activo, no elimina la incidencia. El mismo razonamiento debe aplicarse a los activos industriales afectados por rupturas geotécnicas.
- 6** La ejecución de actividades para restaurar la condición segura de un activo geotécnico debe realizarse obligatoriamente después de la emisión de la PT - Permiso de Trabajo y del ART - Análisis de Riesgos de la Tarea, con evaluación y aprobación obligatoria del equipo de Geotecnia.

### Nota 1

Para la clasificación de eventos de geotecnia, se deben considerar el flujo de eventos geotécnicos (apéndice O2). Además, se deben tener en cuenta los siguientes parámetros adicionales:

- Ocupación **constante** de personas: área donde hay presencia de persona(s) el 10% o más de la jornada ( $\geq 10\%$ ) (ejemplo: considerando la autorización de trabajo según el plan de explotación).
- Ocupación **esporádica** de personas: área donde hay presencia de persona(s) menos del 10% de la jornada ( $< 10\%$ ).
- Tránsito frecuente de equipos/vehículos: área donde hay tránsito el 10% o más del día (24 horas) ( $\geq 10\%$ ).
- Tránsito eventual de equipos/vehículos: área donde hay tránsito menos del 10% del día (24 horas) ( $< 10\%$ ).

### Nota 2

Todos los activos geotécnicos deben considerarse como área de alcance para la clasificación de eventos de seguridad de procesos. Los activos geotécnicos fuera de operación y en minas paralizadas también deben ser considerados.

Tabla 1: Cantidad de liberación de materiales peligrosos - Tier 1:

Clasificación	Tier
Productos en Zona TIH A (por ejemplo: carbonilo de níquel, etc.)	≥ 5kg
Productos en Zona TIH B (por ejemplo: cloro, sulfuro de hidrógeno, etc.)	≥ 25kg
Productos en Zona TIH C (por ejemplo: dióxido de azufre, etc.)	≥ 100kg
Productos en Zona TIH D (por ejemplo: amoníaco, monóxido de carbono, óxido de etileno, etc.)	≥ 200kg
Gases inflamables o líquidos inflamables con punto de ebullición < 35 °C y punto de inflamación < 23 °C (por ejemplo: gas natural, metano, propano, acetileno, hidrógeno, GNL, GLP, etc.)	≥ 500kg
Líquidos inflamables con punto de ebullición > 35 °C y punto de inflamación < 23 °C (por ejemplo: gasolina, etanol, metanol, etc.)	≥ 1000kg
Líquidos inflamables con punto de inflamación > 23 °C y < 60 °C (por ejemplo: diésel, diésel de bajo contenido de azufre, biodiésel, queroseno, mayoría de los combustibles de aviación, etc.)	≥ 2000kg
Líquidos con punto de inflamación > 60 °C liberados a una temperatura igual o superior a su punto de inflamación (ejemplo: lubricantes, etilenglicol, propilenglicol, azufre fundido, etc.)	≥ 2000kg
Producto combustible con punto de inflamación o polvo combustible (ejemplo: coque, carbón, minerales con alta concentración de pirita, etc.)	≥ 5000kg
Gas inerte (ejemplo: nitrógeno, argón, dióxido de carbono, vapor, etc.)	≥ 2000kg
Oxidante (Gas, líquido o sólido) (ejemplo: oxígeno, peróxidos, persulfatos, percloratos, etc.)	≥ 2000kg
Producto corrosivo por encima del punto de ebullición o atomizado (ejemplo: cloruro de hidrógeno, niebla de ácido sulfúrico, etc.)	≥ 500kg
Productos corrosivos por debajo del punto de ebullición (ejemplo: ácido sulfúrico, hidróxido de sodio, ácido clorhídrico, cal, etc.)	≥ 2000kg
Explosivos (ejemplo: ANFO, emulsiones)	≥ 1000kg
Material fundido o caliente (ejemplo: escoria fundida, metal fundido, calcina caliente, polvo caliente, etc.)	≥ 10.000kg

Tabla 2: Cantidad de liberación de materiales peligrosos - Tier 2:

Clasificación	Tier
Productos en Zona TIH A (por ejemplo: carbonilo de níquel, etc.)	≥ 0,5kg
Productos en Zona TIH B (por ejemplo: cloro, sulfuro de hidrógeno, etc.)	≥ 2,5kg
Productos en Zona TIH C (por ejemplo: dióxido de azufre, etc.)	≥ 10kg
Productos en Zona TIH D (por ejemplo: amoníaco, monóxido de carbono, óxido de etileno, etc.)	≥ 20kg
Gases inflamables o líquidos inflamables con punto de ebullición < 35 °C y punto de inflamación < 23 °C (por ejemplo: gas natural, metano, propano, acetileno, hidrógeno, GNL, GLP, etc.)	≥ 50kg
Líquidos inflamables con punto de ebullición > 35 °C y punto de inflamación < 23 °C (por ejemplo: gasolina, etanol, metanol, etc.).	≥ 100kg
Líquidos inflamables con punto de inflamación > 23 °C y < 60 °C (por ejemplo: diésel, diésel de bajo contenido de azufre, biodiésel, queroseno, mayoría de los combustibles de aviación, etc.)	≥ 200kg
Líquidos con punto de inflamación > 60 °C liberados a una temperatura igual o superior a su punto de inflamación (ejemplo: lubricantes, etilenglicol, propilenglicol, azufre fundido, etc.)	≥ 200kg
Producto combustible con punto de inflamación o polvo combustible (ejemplo: coque, carbón, minerales con alta concentración de pirita, etc.)	≥ 500kg
Gas inerte (ejemplo: nitrógeno, argón, dióxido de carbono, vapor, etc.)	≥ 200kg
Oxidante (Gas, líquido o sólido) (ejemplo: oxígeno, peróxidos, persulfatos, percloratos, etc.)	≥ 200kg
Producto corrosivo por encima del punto de ebullición o atomizado (ejemplo: cloruro de hidrógeno, niebla de ácido sulfúrico, etc.)	≥ 50kg
Productos corrosivos por debajo del punto de ebullición (ejemplo: ácido sulfúrico, hidróxido de sodio, ácido clorhídrico, cal, etc.)	≥ 200kg
Explosivos (ejemplo: ANFO, emulsiones)	≥ 100kg
Material fundido o caliente (ejemplo: escoria fundida, metal fundido, calcina caliente, polvo caliente, etc.)	≥ 1000kg

## **1.4 Informe de Indicadores**

Los indicadores deben usarse para seguir el rendimiento de los resultados y pueden señalar cambios en la eficacia de la empresa o del sector, contribuyendo a impulsar la mejora continua en la seguridad de los procesos dentro de las empresas.

La propuesta del IBRAM está inicialmente dirigida al seguimiento y reporte de los indicadores de Eventos de Seguridad de Proceso Tier 1 y Tier 2, que representan el número absoluto de incidentes por empresa. A pesar de estar en la lista de

indicadores reactivos, la estrategia adoptada busca fomentar que las empresas del sector minero identifiquen qué tipos de eventos corresponden a eventos de seguridad de procesos en la minería y, de esta manera, comprender la temática para el sector.

- **PSE1:** número absoluto de Eventos de Seguridad de Proceso Tier 1 por mes
- **PSE2:** número absoluto de Eventos de Seguridad de Proceso Tier 2 por mes

## **1.5 Conclusión**

Monitorizar solo indicadores de seguridad ocupacional no es suficiente para evaluar la seguridad de las operaciones, por lo tanto, es de vital importancia ampliar la visión de todos los aspectos que puedan contribuir a la mejora de los procesos.

Para el IBRAM, la identificación de peligros y la gestión de riesgos son condiciones esenciales para asegurar que las operaciones de cualquier actividad económica se desarrollen con niveles de seguridad aceptables o superiores a los estándares requeridos.

En este contexto, la identificación y monitoreo de estos indicadores tienen como

objetivo alimentar los informes anuales sobre seguridad operativa a través de foros específicos entre empresas del sector minero, instituciones educativas y organizaciones no gubernamentales.

Con la identificación, registro y tratamiento de estos eventos de seguridad de procesos, el IBRAM tiene como objetivo contribuir a la transformación cultural de las empresas, incentivando a que agreguen a las prácticas actuales del sistema de gestión otras acciones que puedan promover la prevención de accidentes industriales graves, mejorando así la dirección estratégica en la minería.

## EJEMPLOS DE EVENTOS DE SEGURIDAD DEL PROCESO

- 1.** Durante la operación, ocurrió un incendio en el transportador de correa debido a la acumulación de material en el rodillo. Este evento tuvo un costo directo para la reanudación de la operación superior a US\$100,000 dólares. Este evento debe ser considerado Tier 1.
- 2.** Durante la operación de descarga del rechazo, se identificó la ruptura del rechazo-ducto, proyectando material en el curso hídrico cercano a la comunidad, afectando un área protegida y el consumo humano, resultando en daños irreversibles. Este evento debe ser considerado Tier 1.
- 3.** Después de la actividad de abastecimiento del tanque de diesel, el operador identificó que ocurrió un desbordamiento de 3000 kg de producto hacia la balsa de contención del tanque, debido a una falla en el sistema de bombeo. Este evento debe ser considerado Tier 1, ya que, aunque el producto quedó retenido en la balsa de contención, se perdió la contención primaria (tanque).
- 4.** Durante una actividad en una mina subterránea, se desprendió un pedazo de mineral de 10 toneladas de la frente de explotación en operación, impactando fatalmente a un empleado. Este evento debe ser clasificado como Tier 1, ya que el desprendimiento ocurrió debido a una falla en la seguridad de las operaciones (liberación no controlada o no planificada de material/energía peligrosos), resultando en una fatalidad.
- 5.** Un conductor realizaba la actividad de transporte de agua en un camión cisterna, cuando al pasar por una pendiente pronunciada, el vehículo perdió adherencia, impactó una zanja de drenaje lateral y volcó. El conductor sufrió una lesión con incapacidad. Este evento no debe ser clasificado como evento de seguridad de proceso, ya que el camión cisterna es un equipo de apoyo al proceso productivo.
- 6.** En una mina a cielo abierto, después del desmonte, se realizó la seguridad de la cresta del talud (remoción de bloques sueltos) y se autorizó la explotación. Durante la ejecución del plan de explotación (área de ocupación constante), ocurrió un desprendimiento que afectó a un equipo tripulado (excavadora), impactando la operación. Se necesitaron dos días para reanudar de manera segura las operaciones, tiempo durante el cual se retiró la excavadora y se evaluaron los riesgos asociados con los desprendimientos. No hubo lesiones, pero el tiempo necesario para la reanudación segura de las operaciones fue superior a 24 horas, por lo tanto, este evento debe ser clasificado como Tier 1.

## REFERENCIAS

CENTER FOR CHEMICAL PROCESS SAFETY (CCPS) Indicadores de Segurança de Processos – Guia para seleção de indicadores proativos e reativos II Process Safety Metrics Guide for Selecting Leading and Lagging Indicators (Version 4.0)

CENTER FOR CHEMICAL PROCESS SAFETY (CCPS) Diretrizes para segurança de processos baseadas em riscos II Risk based on process Safety (First Edition – 2014)

ABNT ISO 55000 Gestão de Ativos – Sistema de Gestão – Requisitos II Asset management – Management System – Requirements. (First edition – 2014)

PADRÃO GLOBAL DA INDÚSTRIA PARA A GESTÃO DE REJEITOS (GISTM), de 5 de agosto de 2020.

ABNT ISO 31073:2022 - Gestão de Riscos - Vocabulário

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION (OSHA) 3132 - Process Safety Management: 2000

CENTER FOR CHEMICAL PROCESS SAFETY (CCPS) Process Safety Glossary

API RP 754, Third Edition, august 2021







**IBRAM**  
MINERÍA DE BRASIL



/InstitutoBrasileirodeMineracao



/ibrammineracao



<https://ibram.org.br>



[ibram@ibram.org.br](mailto:ibram@ibram.org.br)