

GUÍA TÉCNICA: LO ESENCIAL EN LA GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN MINERÍA



Abril de 2023

Autor: Gloria Catalina Gheorghe



Información de propiedad intelectual

Todos los derechos reservados. No se permite la reproducción total o parcial de ninguna parte de esta obra, ni su comercialización ni su publicación en cualquier medio, sin el permiso previo y escrito de SURA S.A., Propiedad Intelectual de SURA S.A., 2023.

Elaborado por: Gloria Catalina Gheorghe

Ingeniera de Minas y Metalurgia; magister en Salud Ocupacional y Ambiental; especialista en Seguridad Minera; especialista en Gerencia en Salud Ocupacional. Experta en Ingeniería Contra Incendios y Explosiones. Consultora en Seguridad Minera.

Descargo de responsabilidad

Esta guía hace énfasis en aspectos esenciales en la gestión en seguridad y salud en operaciones mineras, con el objetivo de tener mejores resultados en los indicadores de seguridad y salud, pero es responsabilidad de las organizaciones realizar un adecuado análisis del riesgo de sus procesos y tomar las medidas necesarias para tener los peligros bajo control y minimizar los riesgos, así como garantizar el cumplimiento de las disposiciones legales en Colombia en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo (STT).

Contenido

1	Introducción	07
2	El objetivo y lo esencial en la gestión de la seguridad y salud en el trabajo (SST) en minería	08
2.1	Objetivo de la gestión en SST	08
2.2	Lo esencial en la gestión de SST en minería	15
3	Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SG-SST)	19
3.1	Definición y factores claves de éxito de un SG-SST	19
3.2	Entendiendo los elementos esenciales de un SG-SST	23
<u>3.3</u>	Lo esencial en la planeación	24
3.3.1	Política de SST	24
3.3.2	Identificación de peligros, evaluación de riesgos y controles	25
3.3.3	Objetivos del SG-SST	28
3.3.4	Plan anual de trabajo	29
3.3.5	Ejemplo: objetivos de SST con respecto al riesgo prioritario de explosión	29
<u>3.4</u>	Lo esencial en el hacer (implementación)	30
3.4.1	Planes esenciales de control del riesgo en minería	30
3.4.2	Capacitación y procedimientos	33
3.4.3	Plan de emergencias en minería	34
3.4.4	Ejemplo: modelo de gestión del riesgo de explosiones subterráneas	35
3.4.5	Ejemplo: modelo de gestión del riesgo geomecánico	36

3.5	Lo esencial en el verificar (desempeño)	37
3.5.1	Sistemas de mediciones e inspecciones	38
3.5.2	Auditorías	39
3.5.3	Investigación de todos los eventos que causan daño o con potencial	40
3.5.4	Ejemplo: protocolo de investigación de explosiones de metano y/o polvo de carbón en minas subterráneas	41
3.6	Lo esencial en el actuar (mejoramiento y adaptación)	49
3.6.1	Seguimiento para la toma de decisiones	49
3.6.2	Acciones con base en lecciones aprendidas de investigaciones	50
4	Conclusiones y recomendaciones	51
5	Bibliografía	52

Lista de gráficas

Gráfica 1	Marco conceptual de la función de la SST	09
Gráfica 2	Emergencias, víctimas mortales y heridos en minería en Colombia en el período de 2005 al 2022	16
Gráfica 3	Frecuencia de emergencias y muertes por evento en minería en Colombia en el período de 2005 a 2022.	17
Gráfica 4	Elementos esenciales de los SG-SST	23
Gráfica 5	Jerarquía en el control de riesgos	26
Gráfica 6	Modelo de gestión del riesgo en la prevención y mitigación de explosiones de metano y polvo de carbón	35
Gráfica 7	Modelo de la gestión del riesgo geomecánico. Fuente: ICONTEC, NTC 6620:2022	36
Gráfica 8	Línea de tiempo en una investigación	40
Gráfica 9	Modelo: factores que predisponen el error humano en minería (Simpson, G et al, 2009)	40

Lista de tablas

Tabla 1	Clasificación básica de peligros por categorías	25
Tabla 2	Planes esenciales de control del riesgo en minería	31

1 Introducción

En Colombia no se ha logrado tener en muchos casos un adecuado entendimiento de lo que significa un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), ni por parte de los empleadores ni de las mismas autoridades que asumen los SG-SST como un requisito legal que simplemente debe estar documentado. El SG-SST, por su parte, es un set de elementos que interactúan de una manera coordinada bajo el **propósito colectivo** de promover y proteger la integridad física y psicológica de aquellos que hacen parte del entorno laboral.

Los SG-SST hacen referencia a un abordaje sistémico o a una serie de pasos lógicamente ordenados, y no propiamente a lo que se define como sistema; veremos sin embargo, en esta guía, que se pueden obtener óptimos resultados en Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) si entendemos a la organización como un sistema.

En la guía se comienza por definir cuál es el objetivo de la gestión en SST y los conceptos asociados; posteriormente se presentan cifras de mortalidad y heridos en la industria minera en Colombia y los resultados de un modelo que nos brinda información de los aspectos claves para prevenir las lesiones y las muertes en la minería. En la siguiente sección se abordan los elementos esenciales de un SG-SST, en medio de todos los requerimientos que tienen estos, se puede perder el norte de su objetivo y de los factores de éxito para que este modelo cumpla su misión, que es, en esencia, proteger la vida, la salud y la integridad de los trabajadores. En cada una de las etapas se presentan ejemplos de aplicación propios de la industria minera. Uno de los ejemplos conductores de la guía son las explosiones de metano y polvo de carbón, ello debido a que es uno de los riesgos de mayor complejidad en su control y responsable de las mayores tragedias mineras en Colombia. Por último, la guía contiene conclusiones, recomendaciones y bibliografía de referencia.

Cada subcapítulo inicia con preguntas de reflexión y se espera que el lector al finalizar cada sección disponga de argumentos para contestarlas.

Si bien las referencias y ejemplos de la guía son principalmente de la industria minera, esta es también de utilidad para otras actividades económicas, dado que en ella se presenta el marco conceptual de lo que es significativo en la gestión del riesgo.

2

El objetivo y lo esencial en la gestión De la seguridad y salud en el trabajo (SST) en minería

2.1 Objetivo de la gestión de SST

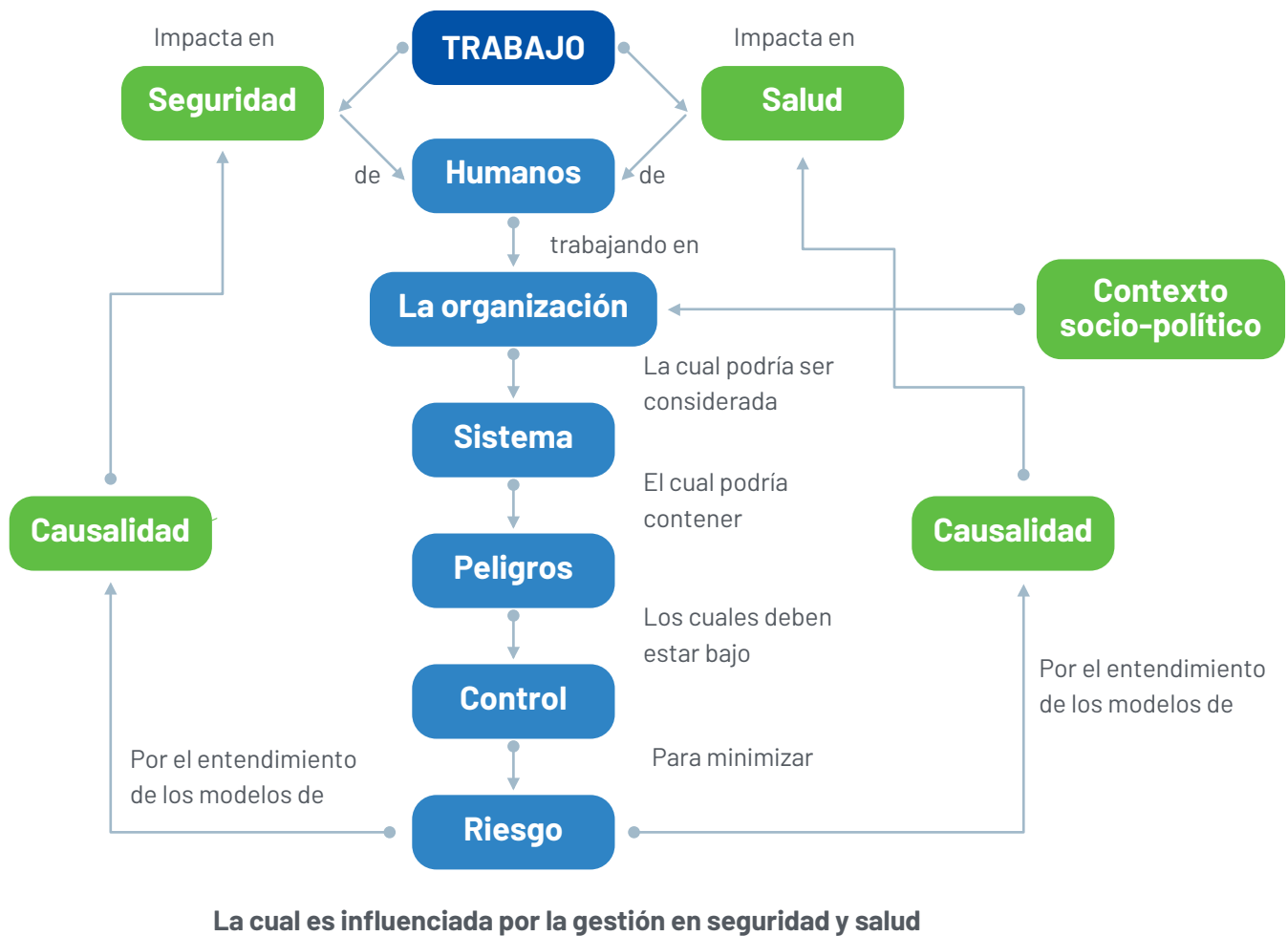
Preguntas para reflexionar:

1. ¿Cuál es el concepto más apropiado de seguridad?, ¿la ausencia de negativos o la presencia de capacidades?
2. ¿Qué es más efectivo, buscar cambiar la cultura de prevención y medirla o realizar intervenciones y medir su efectividad?

Comencemos por definir cuál es el objetivo de la gestión en SST. Partiremos de una definición basada en el enfoque conceptual del Cuerpo de Conocimiento de Seguridad y Salud Ocupacional de Australia - The OHS Body of Knowledge (AIHS, 2019):

*El trabajo impacta la seguridad y salud de los **humanos** quienes trabajan en **organizaciones**, la organización (la cual debe ser considerada como un sistema) es influenciada por el contexto socioeconómico. El objetivo de la **gestión en Seguridad y Salud** en el **Trabajo** es **tener bajo control** los **peligros** que puede contener la **organización**, para **minimizar** los **riesgos**. Esto puede lograrse a través del **entendimiento** de **modelos de causalidad** de la seguridad y salud lo cual **resultará** en el **mejoramiento** de la seguridad y salud de las personas en el trabajo.*

En esta definición partimos de una premisa y es que el trabajo impacta, sea negativa o positivamente, la seguridad y salud de las personas; el objetivo entonces de la gestión de SST no es trabajar con el foco de cumplir prescripciones como requisitos legales, requerimientos de autoridades competentes y los requisitos de las guías para los sistemas de gestión. Por su parte, la esencia de la gestión de la SST se resume en dos acciones: controlar peligros y minimizar riesgos, y el resultado esperado de estas es mejorar la seguridad y salud de las personas en el trabajo; es decir, no solo prevenir que las personas sufran lesiones, enfermedades o muertes como consecuencia del trabajo, sino potenciar los impactos positivos del trabajo en la seguridad y salud de las personas. Esta finalidad es el punto de partida para definir los objetivos de seguridad y salud de una organización. Vamos a esquematizar esta definición y a explorar un poco más los conceptos de trabajo, seguridad, salud, humano, sistema, peligro y riesgos inmersos en la definición.



Gráfica 1. Marco conceptual de la función de la SST.
Fuente: The OHS Body of Knowledge. (AIHS, 2019).

Trabajo

Definición: es una actividad útil que produce algo que satisface una necesidad y, además, tiene impactos en la estructura de las relaciones sociales, bienestar financiero y salud. (AIHS, 2019).

Evolución histórica del concepto: en la era preindustrial, antes de 1750, se consideraba beneficioso para la productividad en el trabajo mantener una gran población de trabajadores pobres e ignorantes. Entre 1750 a 1850 con la revolución industrial y social, se establecieron algunas reglas para tener mejores condiciones de trabajo.

Consideración esencial: el trabajo decente, seguro, con balance en las demandas laborales y adecuadamente remunerado, está alineado con beneficios en la salud de las personas, no solo por los ingresos que se perciben, sino por la integración social y expresión creativa; al contrario, el trabajo precario o la ausencia de trabajo tiene un mayor potencial de causar daños a la salud y el bienestar. Siempre deben evaluarse los riesgos y tensiones asociadas al trabajo que pueden surgir de formas diferentes.

Seguridad

Definición: la seguridad en el trabajo es una ciencia que identifica al hombre dentro del sistema y procura mejorar las condiciones de este, sin embargo, siempre existe un espacio discrecional en el cual las personas tienen la libertad de tomar decisiones, guiadas por sus valores.

Evolución histórica del concepto:

- 1910 Taylor y los procedimientos:** modelo que propuso que a los colaboradores se les debía decir todo lo que debían hacer sin dar mucho espacio para pensar. Estas ideas que todavía perduran, sin embargo, lo anterior tiene aspectos negativos como limitar la habilidad de juzgamiento cuando la situación cambia.
- 1920 Propenso a accidentarse:** considera que hay personas más propensas a lesionarse que otras. Estadísticamente podría soportarse parcialmente esta tesis, sin embargo, siempre deben relacionarse las habilidades con las condiciones de trabajo, pues la misma persona podría no sufrir daño alguno si las condiciones de trabajo son mejoradas.
- 1930 Heinrich y la seguridad basada en el comportamiento:** Heinrich propuso la teoría del dominó para explicar que los "accidentes" son el resultado de una cadena de eventos secuenciales, como una fila de fichas de dominó cayendo. Cuando una de las fichas cae, se dispara la siguiente, y así sucesivamente van cayendo todas, pero la eliminación de un factor clave, como una condición insegura o un acto inseguro, impide el inicio de la reacción en cadena". Su teoría hizo, además, especial énfasis en el peso que tienen los actos inseguros de los trabajadores. Esta teoría contribuyó al entendimiento de que los eventos indeseables son prevenibles, sin embargo, las lesiones en el trabajo no son el resultado de una causación lineal y los actos inseguros están más asociados a una consecuencia de las condiciones del entorno laboral y no a una causa de los eventos indeseables.

1940 ● **Los factores humanos y la ingeniería de los sistemas cognitivos:** el modelo introdujo tecnologías de ingeniería y mejores diseños que superan las limitaciones humanas en la percepción, la memoria, la atención, la colaboración y la toma de decisiones. Lo anterior fue muy positivo, sin embargo, no consideró completamente las fallas que podrían tener estos sistemas, en cuyo caso la intervención de las personas es importante.

1950 - 1960 ● **Sistemas de seguridad:** consiste en la aplicación de principios de gestión e ingeniería para mejorar la seguridad sin afectar la productividad. El concepto está muy enmarcado en asegurar la ausencia de fallas en el sistema que pueden conducir a eventos desafortunados, pero es limitado en cuanto al manejo de eventos imprevistos o a la creación de capacidades.

1980 - 1990 ● **Teoría del queso suizo y los sistemas de gestión de seguridad:** la teoría del queso suizo es un modelo de riesgo de defensas o barrera, que sugiere que el riesgo debe verse como energía que debe ser contenida, canalizada o detenida. El modelo es débil en explicar por qué estas defensas se erosionan o se presentan desviaciones. Paralelamente, en esta época hubo consenso en que los errores humanos eran consecuencia de las condiciones del trabajo y de los factores de la organización y con ello se dio lugar al surgimiento de los sistemas de gestión de seguridad, que si bien hicieron un aporte muy positivo en entender que la seguridad debe abordarse sistemáticamente, también se han desviado en burocracia y cultura del cumplimiento.

2000 ● **Cultura de seguridad:** no existe consenso con respecto a definir lo que significa cultura de seguridad y existe poca evidencia de que esta se relacione con resultados positivos en los indicadores de seguridad, por el contrario, sí existe una relación fuerte entre clima de seguridad y mejores resultados en seguridad. (Borys, 2020). En el año 2019 Hopkins propuso la definición de cultura organizacional como "la forma en la que nosotros hacemos las cosas aquí"; argumentó que en vez de intentar cambiar algo tan confuso como la cultura de prevención o cambiar la forma en que los trabajadores piensan sobre la seguridad, "ganando sus corazones y mentes", el foco debería estar en cambiar las prácticas de la organización, lo cual sí tiene un impacto directo en la seguridad, es decir "cambiar la forma en que se hacen las cosas", lo cual requiere del compromiso de los líderes.

Es muy frecuente también describir como una causa básica en la investigación de muertes o lesiones la “baja cultura de seguridad de la organización”, sin embargo, si esto se determina como una causa, en consecuencia, entre las medidas correctivas que deben adoptarse estaría “promover cultura de prevención”, lo cual podría no ser muy efectivo para prevenir otras explosiones, ilustrémoslo con **un ejemplo**:



En la investigación de una explosión de metano y polvo de carbón en Colombia, se encontró que era muy frecuente que se registraran concentraciones de metano en el rango de explosividad, (230 registros en dos meses), y que sin embargo no siempre el personal fuera evacuado de la mina, ni se adoptaran controles más efectivos para prevenir que constantemente se formaran atmósferas explosivas; un día ese riesgo se materializó y tuvo lugar una explosión que cobró la vida de 15 colaboradores. En lugar de proponer como una de las causas la baja cultura de la seguridad, es mejor llamar las cosas por su nombre: 1. Fallas en atender las señales de alerta y 2. El seguimiento no estuvo alineado con la toma de decisiones. En este caso, las medidas correctivas para esas causas serían más concretas, por ejemplo: 1. Ajuste en la política que no sea tolerante con el riesgo inminente, 2. Capacitación a los colaboradores en la identificación de peligros y 3. Mejoras en la supervisión que implique evaluar las tendencias en las mediciones de gases y en consecuencia con los resultados, realizar intervención de la ventilación y otros controles para prevenir la formación de atmósferas explosivas.

Por lo cual la recomendación es, más que enfocarse en cambiar la cultura de la seguridad, ejecutar cambios en los procesos, en las intervenciones y en la evaluación de su efectividad.

2010 Ingeniería de la resiliencia: propone construir capacidades de adaptación en complejos y dinámicos sistemas. Sin embargo, no debería llegarse al extremo de forzar a los individuos a adaptarse a situaciones de peligro.

Consideración esencial: las teorías presentadas anteriormente han hecho un aporte a la construcción del conocimiento en materia de seguridad, pese a que algunos de sus planteamientos se consideran hoy parcialmente erróneos o sus modelos se han mejorado. No debe perderse de vista que el principal propósito y deber moral de la SST, es proporcionar condiciones de trabajo seguras y saludables, y solucionar los problemas que las afecte, procurando que el negocio continúe. “La práctica de la seguridad no debe ser vista como una religión misteriosa o tampoco volverse a un extremo de rendirle culto, se trata de mejorar los procesos, implementar intervenciones y evaluarlas.” (Dekker, 2019).

Salud

Definición: se refiere a la salud física y mental, y no está definida solo por la ausencia de enfermedad. En 1986 la OMS indicó: “se tiene que la salud es un recurso para el día a día, no el objetivo de vida. La salud es un concepto positivo, enfatiza en los recursos personales y sociales, así como en las capacidades físicas”. (OMS, 1986)

Evolución histórica del concepto: el concepto de salud entendido como la ausencia de enfermedad, evolucionó a una definición más positiva que considera un modelo biopsicosocial en el cual interactúan factores físicos, psicológicos y sociales. En función de este modelo, la salud ocupacional no solo busca prevenir que los colaboradores se enfermen y proteger su salud mental, sino también incentivar el bienestar en los mismos. “Promover el bienestar contribuye al efectivo funcionamiento de múltiples sistemas biológicos, lo cual podría prevenir que el organismo sucumba ante la enfermedad o cuando esta ocurre se recupere mejor” (Ryff et al., 2004). Este modelo también considera la responsabilidad que tienen los trabajadores en el cuidado de su salud y en la participación de la prevención y del proceso de recuperación.

Consideración esencial: el trabajo tiene, también, aspectos positivos en la salud de las personas. Procurar ambientes de trabajo saludables y pensar en el bienestar de los colaboradores, representa un impacto positivo en el óptimo funcionamiento de la organización. Es importante entender el bienestar no como “una industria de la felicidad”, sino como el diseño del trabajo en el que se tome en consideración la participación del colaborador, el balance de la vida personal y el trabajo, el crecimiento y el desarrollo, el reconocimiento, los límites del trabajo en casa y los factores individuales.

El humano

Definición: el cuerpo humano es un sistema biológico formado por los siguientes sistemas que se relacionan entre sí: tegumentario, circulatorio, respiratorio, digestivo, urinario, nervioso, endocrino, linfático, inmune, músculo esquelético y reproductivo. El cuerpo humano puede estar expuesto a sustancias peligrosas en el sitio de trabajo, cuyas rutas de exposición frecuentes son: inhalación, absorción dérmica, salpicaduras en los ojos, ingestión y vía intravenosa.

Consideración esencial: el entendimiento de este sistema biológico y el reconocimiento de la variabilidad humana, es decir que los humanos no son homogéneos, es vital en la gestión de la SST. Se recomiendan las siguientes etapas en el diseño de controles adecuados para prevenir la exposición crónica o aguda a sustancias peligrosas en el sitio de trabajo: 1. Investigar sobre el proceso y los riesgos, 2. Realizar observaciones del proceso, 3. Discutir con las personas expuestas y los responsables del proceso, 4. En función de la información recogida, diseñar la media de intervención.

Sistema

Definición: es un conjunto de elementos relacionados entre sí que funciona como un todo, con un propósito común.

Consideración esencial: la SST resulta de la interacción entre los elementos del sistema (la tecnología, los equipos, los procesos, el liderazgo y las personas); por lo cual debe buscarse que la gestión del riesgo, la participación y el aprendizaje, sean compartidos en la organización y que en el control del riesgo no se intervenga solo un elemento sino todos los componentes del proceso. Por ejemplo, en el transporte del mineral se puede disponer de un camión que tenga altos estándares de seguridad, (aislamiento de ruido y polvo, emisión mínima de gases contaminantes, tecnologías de pre-colisión, alertas, entre otros), pero el solo vehículo no será garantía de seguridad si el conductor no ha sido debidamente entrenando en su operación.

Peligro y riesgo

Definición: el peligro es una fuente potencial de daño o también puede entenderse como fuente de energía que puede desplegarse. (Viner, 1991). Para reconocer un peligro (Pryor, P. 2019) propone que “algo es un peligro si al eliminarlo no hay riesgo”. El peligro no debe confundirse con fallas en el control, dado que la ausencia del control no elimina el riesgo y el equipo sigue teniendo un potencial de daño.

El riesgo se define como la consecuencia o efecto y tienen algún grado de incertidumbre. Sin embargo, un riesgo puede requerir la interacción de varios peligros y un peligro producir diferentes consecuencias. Por ejemplo: el peligro puede ser desplazamiento por planos inclinados (inclinado de acceso a una mina) y el riesgo puede ser caída de diferente nivel, cuyos efectos pueden ser traumas o la muerte. Para que tenga lugar la caída, además del desplazamiento por el plano inclinado, otro peligro asociado podría ser la exigencia física; y así mismo, el desplazamiento por un plano inclinado que demande exigencia física podría no generar una caída, sino un golpe de calor. El riesgo definido como consecuencia por la probabilidad corresponde al nivel del riesgo.

Consideración esencial: la parte más importante de los riesgos no es medirlos cualitativa y cuantitativamente, es entender su naturaleza, sus causas y sus consecuencias, y usar esta información para decidir sobre los controles.

2.2 Lo esencial en la gestión de SST en minería

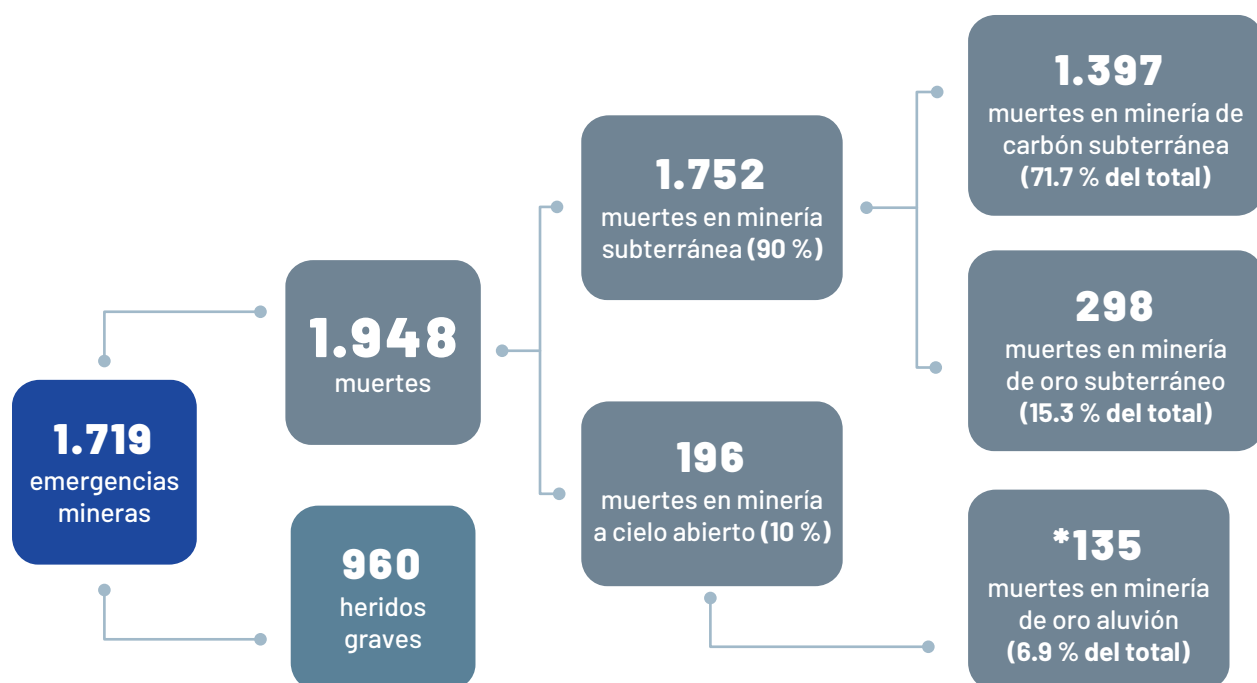
Preguntas para reflexionar:

1. Desde su rol en la industria minera, ¿cómo considera que puede aportar para que nuestra actividad sea más segura y la vida sea un valor fundamental?
2. ¿Qué aspectos son esenciales para tener los peligros bajo control y minimizar los riesgos en minería?

La definición discutida en la sección anterior propone que se pueden controlar los peligros si entendemos y trabajamos sobre las causas que conducen a que se materialice el riesgo. En consecuencia, revisaremos cuáles son los peligros más frecuentes en la minería en Colombia y las causas que se han identificado como básicas de eventos mortales.

La gráfica 2 presenta la fotografía de la siniestralidad minera en Colombia entre los años 2005 al 2022, de acuerdo con los registros de emergencias mineras de la Agencia Nacional de Minería (ANM). Es muy importante tener en presente que el registro de emergencias mineras solo da cuenta de eventos que por su gravedad son atendidos por el Cuerpo Nacional de Salvamento Minero o son reportados a la autoridad minera, pero no comprende todos los eventos en los que se presentan lesiones, es decir que hay un subregistro con respecto al número de heridos. Además, este registro comprende eventos en minas legales e ilegales y el segundo grupo no tiene cultura de reporte.





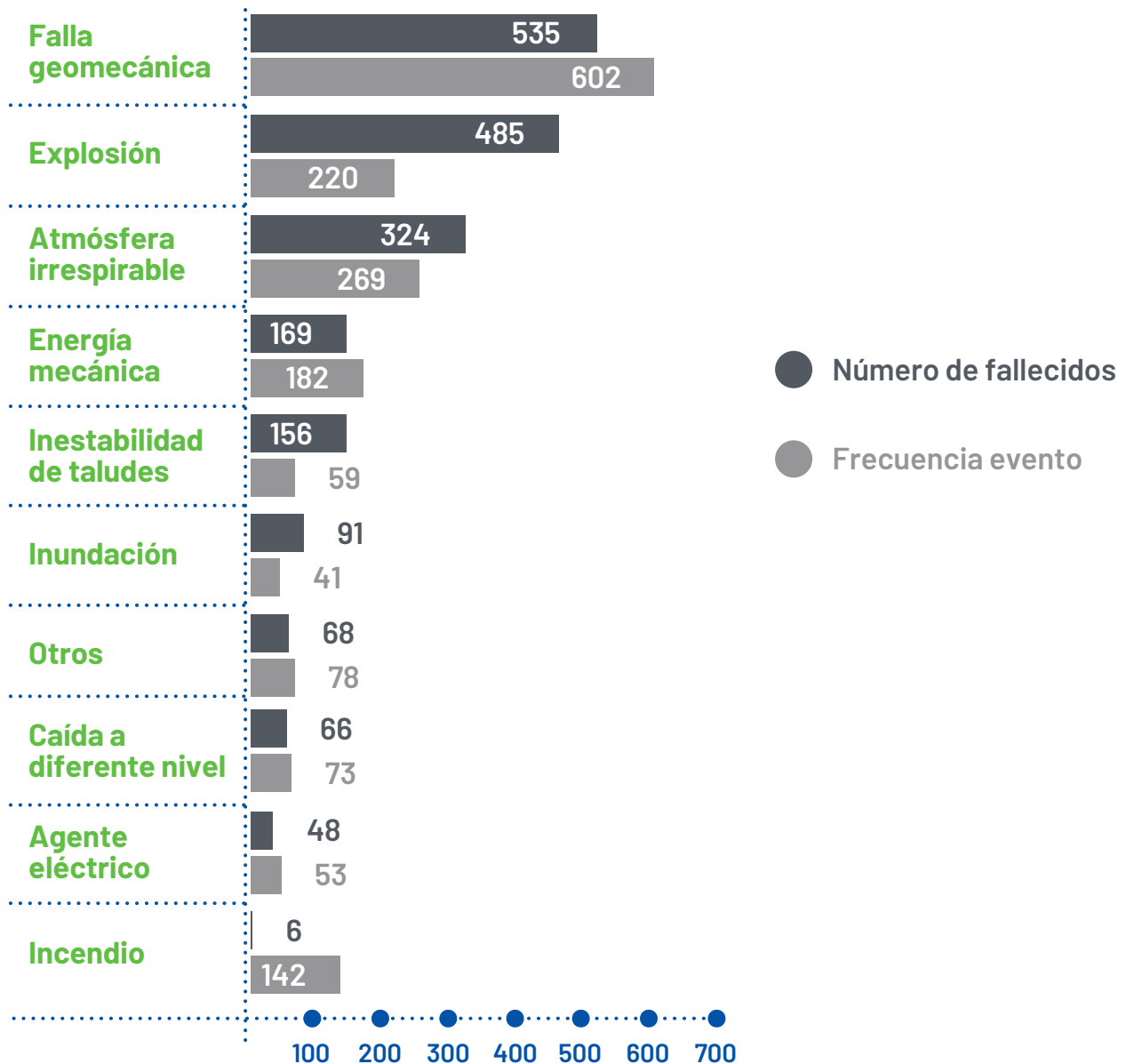
*El 82 % de las muertes en oro de aluvión han tenido lugar en explotaciones ilícitas.

Gráfica 2. Emergencias, víctimas mortales y heridos en minería en Colombia en el período de 2005 al 2022.
Fuente: Agencia Nacional de Minería.

De acuerdo con el método de explotación se tiene que el 90 % de las muertes en minería se han registrado en explotaciones subterráneas y el 10 % en explotaciones a cielo abierto. En minería subterránea de carbón el caso es especialmente crítico, 1.397 víctimas mortales en un período de 18 años y un registro histórico de carbón proveniente de explotaciones subterráneas que no supera los 10 millones de toneladas al año (de acuerdo con las cifras oficiales del Ministerio de Minas), resulta una relación de siete a ocho víctimas mortales por cada millón de toneladas de carbón extraído en minas subterráneas, algo completamente inconcebible.

La gráfica 3 nos presenta el registro de emergencias y muertes por tipo de evento. De esta distribución se puede ver que el evento más frecuente y la primera causa de mortalidad es debido a fallas geomecánicas (como derrumbes), evento que representa una de cada tres emergencias y una de cada cuatro muertes de mineros. La segunda causa de muerte son las explosiones, de las cuales 173 han sido explosiones de metano y/o polvo de carbón, evento que ha provocado las mayores catástrofes en minería en Colombia, pues en solo diez explosiones de metano y polvo de carbón registradas entre el 2007 y marzo del 2023, han perdido la vida 221 trabajadores mineros de acuerdo con las estadísticas de la ANM. Una conclusión importante de la gráfica 3 es que el 78 % de las

muerres en minería están asociadas a cuatro eventos: derrumbes, explosiones, atmósferas irrespirables y energía mecánica (en este último los más frecuentes eventos son con coches y malacates mineros). Los controles de ingeniería más importantes para minimizar estos riesgos son el plan de sostenimiento, el plan de ventilación y el plan de mantenimiento de equipos, en consecuencia, estos tres controles de ingeniería deben considerarse como **esenciales** en la gestión del riesgo minero.



Gráfica 3. Frecuencia de emergencias y muertes por evento en minería en Colombia. 2005 a 2022. Fuente: Agencia Nacional de Minería.

Exploremos ahora la causalidad básica asociada a estos eventos. En el 2020 se propuso un modelo jerárquico de causalidad de eventos mortales en minería subterránea en Colombia, que se construyó a partir de 100 investigaciones. (Gheorghe, 2020). Se obtuvo un modelo jerárquico de ocho niveles; dos factores de riesgo en la raíz de la causalidad, 25 causas indirectas y cuatro causas inmediatas. Las diferentes relaciones en el modelo mostraban que los eventos mortales son una consecuencia de las reglas de juego de la organización.

Si se hace una lectura positiva de las causas básicas que arrojó el modelo, se pueden identificar cinco elementos claves en gestión de la seguridad y salud en la industria minera:

- 1 Liderazgo y responsabilidad en la gestión de seguridad y salud.
- 2 Identificación de los peligros y valoración de riesgos de los procesos.
- 3 Controles de ingeniería que garanticen sitios de trabajo seguros en minería subterránea, especialmente los que tienen que ver con ventilación, control de polvo de carbón, sostenimiento y plan de mantenimiento de equipos.
- 4 Entrenamiento continuo de los colaboradores que garantice conocimiento y competencia en los procedimientos.
- 5 Supervisión, entendida como seguimiento para la toma de decisiones.

Las cifras anteriormente presentadas muestran una radiografía de nuestro sector minero, que requiere revisar muy a fondo la forma en la que estamos abordando la seguridad minera en el país. La invitación de esta guía es que en la implementación de los SG-SST, instrumento obligatorio en nuestra legislación, el foco esté en controlar el riesgo y no en "implementar el sistema" y para ello hemos entendido que los controles de ingeniería, la capacitación en competencias de los trabajadores, la supervisión que se traduzca en toma de decisiones, todo soportado en un genuino compromiso y motivación de los líderes, son aspectos claves para tener resultados positivos. Analizado entonces el objetivo de la SST, abordaremos en el siguiente capítulo los SG-SST.

3

Sistema de gestión de seguridad Y salud en el trabajo (SG-SST)

En Colombia es obligatorio implementar el SG-SST en las organizaciones. A partir de la expedición de la Ley 1562 del 2012, Ley de Riesgos Laborales, se cambian los programas de salud ocupacional por los SG-SST. El Decreto 1072 del 2015, Decreto único reglamentario del sector trabajo, contiene en el capítulo 6, del título 4, de la parte 2, del libro 2, las directrices de obligatorio cumplimiento para implementar los SG-SST por parte de empleadores públicos y privados. A su vez, la Resolución 0312 del 2019, expedida por el Ministerio del Trabajo, establece los estándares mínimos de los SG-SST, estándares que están en función del tamaño y clasificación del riesgo.

Haremos énfasis en este capítulo, no en todos los requisitos de los SG-SST, sino en su propósito y en la comprensión de los elementos claves de su éxito, y algunos ejemplos relativos a la actividad minera.

3.1 Definición y factores claves de éxito de un SG-SST

Preguntas para reflexionar:

1. **¿Cuáles son algunas alternativas para integrar los SG-SST con otros procesos de la organización?**
2. **¿Qué estrategias pueden funcionar para lograr un mayor compromiso del empleador y de los líderes de procesos en la gestión de SST?**

Un SG-SST es un modelo que aborda la prevención de muertes, lesiones y enfermedades en el entorno laboral a través de un proceso sistemático de cuatro etapas: Planear, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA) y tiene como uno de sus pilares la mejora continua. Sin embargo, la gestión de la seguridad y la salud en muchas ocasiones se ha desviado en priorizar la documentación y el cumplimiento de los requisitos del SG-SST, pero evitando abordar la intervención de los riesgos más significativos de la organización. Basados en entender las organizaciones como sistemas, Karanikas y Pryor (2021) propusieron una definición para los SG-SST, en la que no pensamos estos como una herramienta, sino como las reglas bajo las cuales opera la organización:

“Un SG-SST es un conjunto de elementos tangibles e intangibles que pueden variar en el tiempo pero que interactúan de manera coordinada bajo el propósito colectivo de proteger y promover la integridad física y psicológica de las personas presentes en un entorno laboral o directamente afectadas por sus actividades laborales”.

Factores claves de éxito de los SG-SST

Para que los SG-SST cumplan su promesa de valor de proteger y promover la vida y salud en el entorno laboral, es necesario:

1



Compromiso del empleador y de todos los niveles de la organización:

Es un aspecto fundamental para el éxito. Si la motivación de implementar un SG-SST es dar cumplimiento a un requisito legal u obtener una certificación, posiblemente no se obtengan resultados positivos. Es cierto que los problemas de seguridad en una mina no se resuelven en un día, pero pueden evaluarse alternativas y opciones más eficientes para progresivamente ir haciendo cambios en los procesos, pero no continuar indefinidamente ignorando el riesgo, lo anterior puede traducirse en costos no medibles como pérdidas de vidas humanas y la no continuidad del negocio.

2



Entender la organización como un sistema y garantizar la participación de todos los colaboradores:

Dado que en un sistema todos los componentes interactúan entre sí por un fin común, entonces la gestión del riesgo, la participación y el aprendizaje, deben ser compartidos por todos los niveles de la organización y las intervenciones deben ser dirigidas no a un componente del proceso sino a todo su conjunto. Un ejemplo de gestión del riesgo compartido es el diseño de un procedimiento, pues ningún procedimiento será exitoso si en su construcción no se toma en consideración a quienes lo ejecutan.

3

El SG-SST debe estar integrado con otros procesos:

Ilustrémoslo con la capacitación de un operador de un malacate eléctrico, cuyo entrenamiento podría comprender el conocimiento de las partes del equipo, el procedimiento de operación del equipo, los aspectos básicos de su mantenimiento, la inspección previa que debe realizarse antes de su uso, las guardas de seguridad y los sistema de alertas con las que cuenta, los elementos de protección personal (EPP) que debe utilizar en su operación, los riesgos a los que estaría expuesto él y otros colaboradores relacionados con el proceso, los riesgos del sitio en el cual se operará el equipo, los protocolos en caso de emergencia, entre otros aspectos. ¿Había algo en este entrenamiento que no estuviera ligado a la seguridad? Entonces en vez de proponer un programa de capacitación en SST, la organización puede optar por un programa de capacitación en estándares de competencia que abarque la inducción, el entrenamiento de la labor específica y otras competencias en las que en sus contenidos la seguridad esté implícita.





El foco debe estar en los factores esenciales de éxito para controlar los riesgos y no en el proceso de implementar el SG-SST. (Gallagher, C. et al, 2003).

Existe una cultura enfocada a intentar demostrar que se da cumplimiento a los requisitos de los SG-SST, pero en realidad no se están controlando los riesgos. Algunos ejemplos de ello son los siguientes:

- Se definen roles en la organización para todos, pero generalmente con responsabilidades muy generales como “contribuir al cumplimiento de los objetivos del SG-SST”, pero las asignaciones deberían estar orientadas a la ejecución de programas específicos que estén orientados a controlar un riesgo o a que se incorpore la seguridad en las actividades del proceso en particular.
- Se documentan muchos procedimientos que hacen referencia a cómo en realidad se ejecuta la tarea, su objetivo y lo que se requiere para cumplirla.
- Se da cumplimiento a las inspecciones, las mediciones de higiene y las evaluaciones médicas, pero no se evalúan las tendencias para tomar decisiones.
- En las medidas de intervención se es muy riguroso con el suministro de los EPP (los cuales no previenen que la energía se despliegue, solo mitigan parcialmente el efecto), documentar su entrega, capacitar a los colaboradores en el uso de los mismos, pero no en la mejora de la seguridad de los equipos o en controles de ingeniería.
- La evaluación de riesgos es muy detallada y comprende muchas medidas, pero no se traduce en planes concretos de intervención.
- Las auditorías también se centran en los requisitos del sistema y no en evaluar la eficacia de los controles, además estas no son usualmente realizadas a personas que conozcan el proceso.

Como resultado se tendrá un SG-SST muy bien documentado, pero que no cumple su propósito. Abordada la definición y los factores claves de éxito de los SG-SST, identifiquemos los componentes del SG-SST.

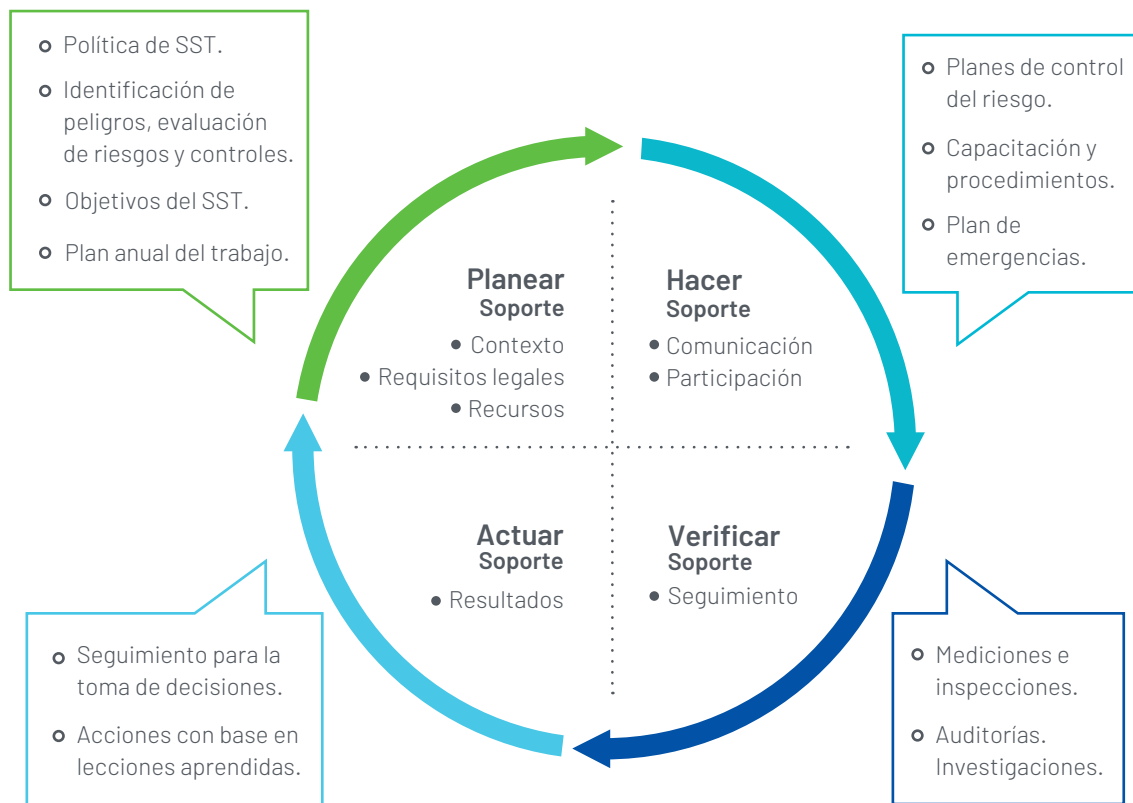
3.2 Entendiendo los elementos esenciales de un SG-SST

Preguntas para reflexionar:

1. ¿Las etapas del ciclo PHVA tienen fronteras definidas?
2. ¿Cuáles son algunos de los elementos tangibles e intangibles de un SG-SST?

En la gráfica 4 se presentan los elementos esenciales de cada una de las cuatro etapas del ciclo PHVA que representan los SG-SST. En cada etapa se relacionan también los elementos de soporte de la etapa. No se debe perder de vista que la mejora continua es uno de los principios fundamentales de los SG-SST y cada elemento comprende decisiones macro y decisiones del día a día. Por ejemplo, de la valoración de riesgos iniciales se desprenden los programas de intervención, pero la valoración de riesgos es también un ejercicio rutinario, pues al inicio de la ejecución de cualquier tarea, se evalúan los riesgos y en función de esa evaluación se ejecuta la tarea, se ajusta o no se realiza.

En las siguientes secciones haremos referencia a cada etapa.



Gráfica 4. Elementos esenciales de los SG-SST.

3.3 Lo esencial en la planeación

Preguntas para reflexionar:

1. **¿Quiénes deberían participar en la evaluación de riesgo y en la toma de decisiones sobre los controles?**
2. **¿Qué factores deben tenerse en cuenta en la toma de decisiones sobre el control del riesgo?**

La planeación del SG-SST está soportada en tres pilares, primero: el contexto de la organización, es decir la descripción y objetivo del proyecto minero, el mapa de procesos y sus interacciones, así como la caracterización de las actividades involucradas en cada uno de ellos para la consolidación del proceso productivo; segundo: los requisitos legales que le aplican a sus procesos; y tercero: la asignación de recursos para soportar el cumplimiento de la política y los objetivos del SG-SST.

A continuación, se describe brevemente cada uno de los elementos esenciales en la planeación y los aspectos claves.

3.3.1 Política de SST

La política de SST es el compromiso expreso de la dirección de la organización, con respecto a la gestión de SST. La política es el conductor principal y punto de referencia para todos los elementos del SG-SST.

Aspectos claves:



Debe estar escrita, fechada y firmada por el representante legal, fijada en un lugar visible, comunicada a los representantes de los colaboradores y debidamente difundida entre los trabajadores y demás partes interesadas en el sistema de gestión. Esta política debe ser revisada como mínimo una vez por año.



Debe expresar al menos el compromiso con: la identificación de los peligros, la evaluación de los riesgos y los respectivos controles, la protección de la seguridad y salud de todos los trabajadores mediante la mejora continua y el cumplimiento de la normatividad vigente aplicable en materia de riesgos laborales.



Dado que la política es el conductor, si en ella se establece una frase como “en la mina primero la vida”, la materialización de esa declaración debería verse reflejada en que la premisa para ejecutar un procedimiento es valorar los riesgos y de encontrarse que hay un riesgo inminente para la vida, se deberán tomar las medidas necesarias para reducirlo a un nivel tolerable y poder ejecutar la tarea, pero además considerar las medidas requeridas para que el peligro no se presente con regularidad.

3.3.2 Identificación de peligros, evaluación de riesgos y controles

La identificación de peligros, evaluación de riesgos y controles, es el corazón de un SG-SST. Este consiste en un ejercicio de cinco etapas que comprende:

- 1. Caracterización del proceso o actividad:** incluye no solo identificar las tareas específicas, sino también las personas que lo ejecutan o se pueden ver afectadas, cómo se relacionan con otros procesos, los equipos y las tecnologías que se utilizan.
- 2. Identificación de peligros:** no se reduce a listar los peligros de una clasificación determinada. Se debe entender cómo se manifiesta el peligro y tener los valores de referencia, por ejemplo: VLP de CO es de 25 ppm para una jornada de ocho horas. A continuación, se presenta una tabla con una clasificación básica de peligros:

Categoría	Subcategoría
Psicosocial	Estrés, violencia y otros estresores laborales.
Químicos	Sustancias tóxicas, toxinas que afectan el cuerpo o productos químicos que provocan incendios o explosiones.
Biológicos	Bacterias, virus, microorganismos, insectos, plantas y animales.
Ergonómico	Movimiento repetitivo, manipulación manual, diseño del lugar de trabajo y diseño de trabajos y tareas.
Físicos	Electricidad, radiación, presión, ruido, alturas y vibración.

Tabla 1. Clasificación básica de peligros por categorías.

- 3. Evaluación de los riesgos:** esta etapa no debe entenderse solo con definir el nivel del riesgo, es decir, darle un número al riesgo para categorizarlo como alto, medio o bajo; eso es solo un aspecto útil para resaltar lo que requiere más atención y análisis. Lo más importante de un riesgo no es medirlo, es entender el riesgo, cómo se materializa, qué tan bien está controlado y cuáles son sus consecuencias.
- 4. Medidas de control:** después de la evaluación de los riesgos, se deben definir las medidas de control, como regla se debe comenzar por los controles de eliminación, sin embargo, también se toma en consideración la relación costo-beneficio, dado que existen controles que requieren muchos recursos, pero cuya reducción del riesgo podría no ser tan significativa, para esto se deben tener presentes los requerimientos legales y factores éticos. Como se explica en la siguiente gráfica:



Gráfica 5. Jerarquía en el control de riesgos.



Ejemplo: una medida siempre presente en la gestión del riesgo es proveer a los colaboradores de los EPP, sabemos, sin embargo, que estos no previenen que se materialice un riesgo, solo mitigan las consecuencias sobre la persona y tienen, además, algunas dificultades como restarle ergonomía al trabajador, reducir su campo visual y generar una falsa percepción de seguridad; por lo tanto, en la jerarquía de controles lo esencial sería intervenir en la fuente o en el medio.

En la industria minera podemos tomar como ejemplo el siguiente: en la prevención de explosiones por metano en operaciones de minas subterráneas de carbón es indispensable implementar ventilación forzada, para prevenir la formación de atmósferas potencialmente explosivas, los auto-rescatadores que se suministran a los trabajadores podrían protegerlos en algunos casos de intoxicación por monóxido de carbono, pero no evitarían que ocurra la explosión. Otro ejemplo sería: el uso de casco por parte de los colaboradores en una mina subterránea es indispensable, sin embargo, no va a prevenir un derrumbe, lo cual requiere medidas de control geomecánico, es decir, factores esenciales de éxito para prevenir derrumbes y explosiones, como lo serían la ventilación forzada y un plan de sostenimiento.

Los EPP son medidas que buscan mitigar los efectos, si el trabajador se encuentra a una distancia importante del sitio donde se origina la explosión, es posible que pueda utilizar el autorrescatador y evacuar, al igual que si la roca que le cae es pequeña y desde una distancia corta, el casco puede ser muy importante, sin embargo, ninguno de estos dos EPP le será de utilidad al colaborador si es el receptor directo en una explosión o en un derrumbe.

- 5. Monitorear la efectividad de las medidas de control:** con base en las mediciones, evaluaciones médicas, inspecciones, auditorías y reportes de eventos, se debe evaluar progresivamente la efectividad de las medidas implementadas en el control del riesgo.

Aspectos claves:

-  En el proceso se deben involucrar personas que tengan conocimiento operativo del área o áreas en las que se identifiquen los peligros y riesgos, así como profesionales competentes en la evaluación de riesgos y la aplicación de controles efectivos.
-  Evite complicarse con la identificación de peligros y evaluación de riesgos, no porque esta sea una matriz estructurada en la que se categoricen los riesgos, significa que esté bien hecha o corresponda a la realidad de la organización. Como se mencionó anteriormente, el nivel de riesgo es una referencia para la toma de decisiones, pero no el único indicador. Lo importante es entender la metodología, que para todos sea claro cuáles son los riesgos críticos, cómo se pueden expresar y cómo pueden controlarse.
-  El cálculo del nivel del riesgo resulta de multiplicar la consecuencia por la probabilidad, pero se presenta mucha incertidumbre en la medida de ambos términos. Además, en el cálculo se le otorga el mismo peso a la consecuencia y a la probabilidad, lo cual no siempre es el caso. Por ejemplo, en la evaluación del riesgo de explosión por metano en una mina de carbón o en la evaluación de riesgo de incendios en una zona de almacenamiento de sustancias combustibles, es posible que se determine que la probabilidad no es muy alta, debido a que no se cuenta con registros previos de explosiones o incendios, pero la consecuencia de que se materialicen es catastrófica, por lo cual el nivel de riesgo, en este caso, se debe asumir con el valor 1 de probabilidad y, en todo caso, siempre deben adoptarse controles.



La evaluación de riesgos y peligros es permanente y a todo nivel.



Por ejemplo, en el plan de sostenimiento se tiene establecido un procedimiento para el desabombe de techos y paredes. Este comprende la forma de ejecutarlo y las consideraciones de seguridad que deben observarse, como lo son el uso de EPP, la verificación de la atmósfera minera, el estado de herramientas y la inspección visual y física de la zona a intervenir. El colaborador ha sido debidamente entrenado en el procedimiento y es competente, podría ocurrir entonces que en la verificación de seguridad que él realice determine que las condiciones atmosféricas no son apropiadas o que la zona está realmente inestable y representa un peligro inminente, en ese caso debe proceder entonces a informar a su supervisor para que se tomen los controles necesarios.

Por lo tanto, la evaluación del riesgo no se suscribe solo a diligenciar una matriz por parte de personas competentes en el tema, sino que es un ejercicio permanente que debe hacer parte del día a día.



Para asegurar la gestión del cambio, es necesario que la evaluación del riesgo se ajuste cada que tenga lugar en la organización algún cambio en los procesos, los equipos, el personal, las condiciones externas, la legislación, entre otros.

3.3.3 Objetivos del SG-SST

En el capítulo 2 de esta guía, partimos de que el objetivo de la gestión de SST es tener los peligros bajo control y minimizar los riesgos, lo cual dará como resultado la mejora de las condiciones de las mismas. Por lo tanto, los objetivos del SG-SST deben estar enfocados en ello, es decir, ser específicos con respecto al control de los peligros prioritarios de la organización y rigurosos en obtener resultados positivos en la seguridad y salud de las personas. La realización de una auditoría o la ejecución de un plan de trabajo específico no son objetivos de SST, son instrumentos para conseguirlos.

Aspectos claves:



Dado que los objetivos se formulan con respecto a la evaluación de riesgos (paso anterior), es recomendable formular un objetivo medible con respecto a cada riesgo significativo de la organización.



Deben formularse objetivos con respecto a los resultados de SST como severidad de los eventos, frecuencia, eventos mortales, indicadores de enfermedad laboral o ausentismo.

3.3.4 Plan anual de trabajo

El plan de trabajo debe cumplir con los objetivos de SST que se han definido en el punto anterior. Como cualquier plan, debe incluir las actividades, los recursos, los responsables, las fechas y los indicadores.

Aspectos claves:

-  Del ejercicio de identificación de peligros y evaluación de riesgos y controles, resulta un innumerable e inmanejable número de medidas de control para los riesgos identificados, ya que una misma medida de intervención puede haberse formulado para el control de diferentes riesgos. Una recomendación muy importante de esta guía es consolidar estas medidas de intervención en **planes**, esto nos lleva a un universo que podemos visualizar y gestionar mejor.
-  En esta etapa no se espera diseñar con detalle los planes, sino definirlos.

3.3.5 Ejemplo: Objetivos de SST con respecto al riesgo prioritario de explosión

- 1.** Mantener las concentraciones de metano por debajo del 1.0 % en toda la mina y del 0.5 % en frentes de explotación o zonas de trabajo especiales.
- 2.** Lograr inertización del polvo de carbón mínimo del 80 % y superior, según los resultados de porcentaje mínimo.
- 3.** Controlar las fuentes de ignición mediante el cambio progresivo de los equipos eléctricos bajo tierra, para que en un período de un año el 50 % de estos cuenten con modos de protección adecuados (Grupo I, Ma o Mb) de acuerdo con las normas IEC.

3.4 Lo esencial en el hacer (implementación)

Preguntas para reflexionar:

1. ¿Por qué es necesario y cómo puedo integrar los diferentes planes de intervención del riesgo?
2. ¿Qué aspectos son importantes en el diseño de un procedimiento?

En el hacer se diseñan y se ejecutan con detalle los planes de intervención que se han definido en la planeación, es decir, que esta no termina en la etapa de “planeación”, sino que es permanente.

3.4.1 Planes esenciales de control del riesgo en minería

Todo el ejercicio de evaluación del riesgo y de definición de controles se consolida en **los planes** de intervención específicos. A continuación, se presentan algunos planes de intervención que se consideran **esenciales** en el control de los riesgos mineros. Sin embargo, la decisión de los planes a implementarse deben estar en función del análisis de riesgos de la organización y de otras variables como el método de explotación (subterránea o cielo abierto), los minerales explotados (metálicos, carbón, esmeraldas, materiales de construcción, entre otros), los procesos que desarrollen, el tamaño de la operación y los requerimientos legales.

La organización también puede tener una clasificación diferente o con nominación distinta a la que se presenta aquí:

Estudios mínimos	Planes esenciales de control del riesgo en minería
1. Estudio geológico (para minería de carbón indicar contenidos de metano).	1. Plan de capacitación en estándares de competencia.
2. Estudios de explosividad de polvo de carbón (para minería de carbón).	2. Plan de sostenimiento o de control geomecánico.
3. Modelo geomecánico del macizo rocoso.	3. Plan de ventilación.
4. Estudio hidrogeológico.	4. Plan de prevención de explosiones de metano y polvo de carbón.
5. Estudio de reservas.	5. Plan de prevención de incendios (en minas de carbón debe incluirse combustión espontánea).
6. Evaluación de riesgo psicosocial.	6. Plan de operación de equipos y mantenimiento preventivo y correctivo.
7. Evaluaciones médicas de acuerdo con el perfil del cargo.	7. Planes de procesos mineros específicos (perforación y voladuras; arranque, cargue y transporte de mineral; procesamiento del mineral; sistema eléctrico).
8. Mediciones de higiene (ruido, temperatura y material particulado).	8. Programa de prevención y protección contra caídas.
	9. Plan de control de aguas.
	10. Plan de seguridad vial.
	11. Plan de emergencias.
	12. Programas de control y vigilancia epidemiológica: • Exposición a material particulado. • Desórdenes músculo esqueléticos. • Riesgo psicosocial. • Hipoacusia neurosensorial inducida por ruido en el trabajo.

Tabla 2. Planes esenciales de control del riesgo en minería.

Aspectos claves:



Todos los planes de gestión del riesgo de control deben seguir el ciclo de mejora continua y las etapas del ciclo PHVA. En esta guía se presentan dos ejemplos: el modelo de gestión del riesgo geomecánico y el modelo de gestión del riesgo de explosión.



Los programas se integran entre ellos, por ejemplo, el plan de emergencias debe tener procedimientos específicos de respuesta ante emergencias ocasionadas por trabajos en alturas y explosiones, cuyos riesgos también tienen planes específicos de control.



Uno de los objetivos de estructurar planes o programas es agrupar las medidas de intervención de riesgos significativos, con lo cual se tendrá un universo más fácil de gestionar. Ya que, como se ha expresado en esta guía, el objetivo de la gestión de SST es controlar los peligros, no documentar innecesariamente para demostrar cumplimiento. Como se señala en el siguiente **ejemplo:**



Una organización se dedica a la extracción, procesamiento y comercialización de materiales de construcción, el método de explotación es a cielo abierto. Uno de los peligros identificados en sus procesos es el trabajo en alturas, por lo cual implementó un Programa de Prevención y Protección Contra Caídas, de acuerdo con lo establecido en la Resolución 4272 del 2021. Algunas de las medidas tomadas han sido: entrenamiento en trabajo seguro en alturas a quienes les aplica, adquisición de equipos certificados de trabajo en alturas, instalación de medidas colectivas de prevención, diseño de permisos de trabajo para los mantenimientos de los equipos de trituración, entre otras acciones. Se ha encontrado que estas intervenciones han sido efectivas y los trabajadores así lo perciben. Sin embargo, existe una preocupación por parte del coordinador de SST, dado que el Decreto 539 del 2022, Reglamento de Higiene y Seguridad en Explotaciones a Cielo Abierto, establece en el numeral 5 del artículo 6, la obligación del empleador de contar con un protocolo de trabajo en alturas. Las preguntas que surgen son: ¿sería necesario, en este caso, establecer un protocolo independiente para trabajos en alturas, cuando la organización tiene implementado un programa para ello?, ¿tiene un valor agregado construir este documento?

3.4.2 Capacitación y procedimientos

Los procedimientos, reglas, protocolos, permisos de trabajo, entre otros, son, en esencia, manuales de instrucción del SG-SST. Un procedimiento podemos definirlo como el código apropiado y práctico para la ejecución de una tarea. En las organizaciones puede ocurrir que el procedimiento que ejecuta el trabajador difiera significativamente de lo que está documentado, lo cual puede ser positivo en algunos casos si el procedimiento va en contra de la seguridad y, de hecho, el colaborador corrige esas desviaciones debido a su experiencia. Por lo tanto, para que el procedimiento cumpla su propósito, es necesario que en su diseño se entienda el objetivo de la tarea y lo que se requiere y, además, que las personas que harán uso de este tengan claridad de lo que se requiere de ellos (Simpson, G et al, 2009), es decir, que deben ser previamente entrenados. Por ello, en esta sección están unidos los dos elementos:

capacitación y entrenamiento.

En el modelo jerárquico de eventos mortales en Colombia (Gheorghe, G., 2020), se señala que “la capacitación interviene en muchas de las causas de los eventos, es fundamental que el trabajador sea entrenado regularmente, porque el conocimiento adecuado de la tarea le permitirá tener la capacidad de identificar los riesgos en su puesto de trabajo... La capacitación y el entrenamiento continuo influyen en el procedimiento, ya que este no corresponde simplemente a un documento, el procedimiento es la forma en la cual el trabajador ejecuta la tarea o proceso; un procedimiento no se impone sin el adecuado entrenamiento.”

Aspectos claves:



En el diseño e implementación de un procedimiento:

- 1) Entender el objetivo de la tarea y lo que se requiere, para ello es importante el desarrollo colaborativo del procedimiento. (Provan, D. & Rae, A, 2020).
- 2) “Un procedimiento siempre debería ser tan simple como fuera posible para poder cumplir su función” (Simpson, G et al, 2009), con instrucciones en un lenguaje adecuado a la audiencia.
- 3) Integre los procedimientos a los planes de control, es decir a su sistema.
- 4) Remueva las reglas y procedimientos que ya no sirven.
- 5) Entrene a las personas que deben ejecutar el procedimiento, buscando que el operador sea competente, lo que incluye desarrollar habilidades para adaptar el procedimiento a situaciones específicas de manera segura.
- 6) Busque formas creativas de verificar su cumplimiento y de entender los desfases.



En el diseño de programas de capacitación:

- 1) Defina su objetivo y después la forma en que desarrollará el entrenamiento.
- 2) La mayoría de los entrenamientos en minería requieren no solo aportar conocimientos, sino también el desarrollo de habilidades, por ello es necesario un componente práctico y la evaluación de las competencias.
- 3) Es recomendable tener un plan de capacitación que agrupe todas las necesidades: inducción, trabajo seguro en alturas, salvamento minero y operación de equipos, segregado por los públicos objetivos.

3.4.3 Plan de emergencias en minería

Más que solamente un documento, su objetivo es prevenir o mitigar una emergencia y contar con la debida preparación ante su respuesta. El plan de emergencias sigue un modelo similar a la identificación de peligros, evaluación de riesgos y medidas de control, pero en este caso se realiza una identificación de amenazas (peligros), se plantea un análisis de vulnerabilidad (riesgo) en el que se prioricen las mismas, se proponen e implementan las intervenciones y se realiza un seguimiento que incluye, como mínimo, un simulacro anual.

Aspectos claves:



Además de identificar las amenazas y clasificarlas entre probables e inminentes, se debe también entender las mismas.



El análisis de vulnerabilidad se hace con base en:

- 1) Personas: gestión organizacional, capacitación, entrenamiento y características de seguridad.
- 2) Recursos: edificación (estructura física), equipos y suministros.
- 3) Sistemas y procesos: servicios, sistemas alternos y recuperación.



Se debe realizar un análisis de vulnerabilidad completo para cada amenaza, no como lo hacen normalmente que es un solo análisis de vulnerabilidad para todas las amenazas. Por ejemplo: en el análisis de vulnerabilidad de una mina de carbón se debería verificar si se realiza de inertización del polvo de carbón, este análisis servirá para la amenaza de explosión, pero no para una inundación.



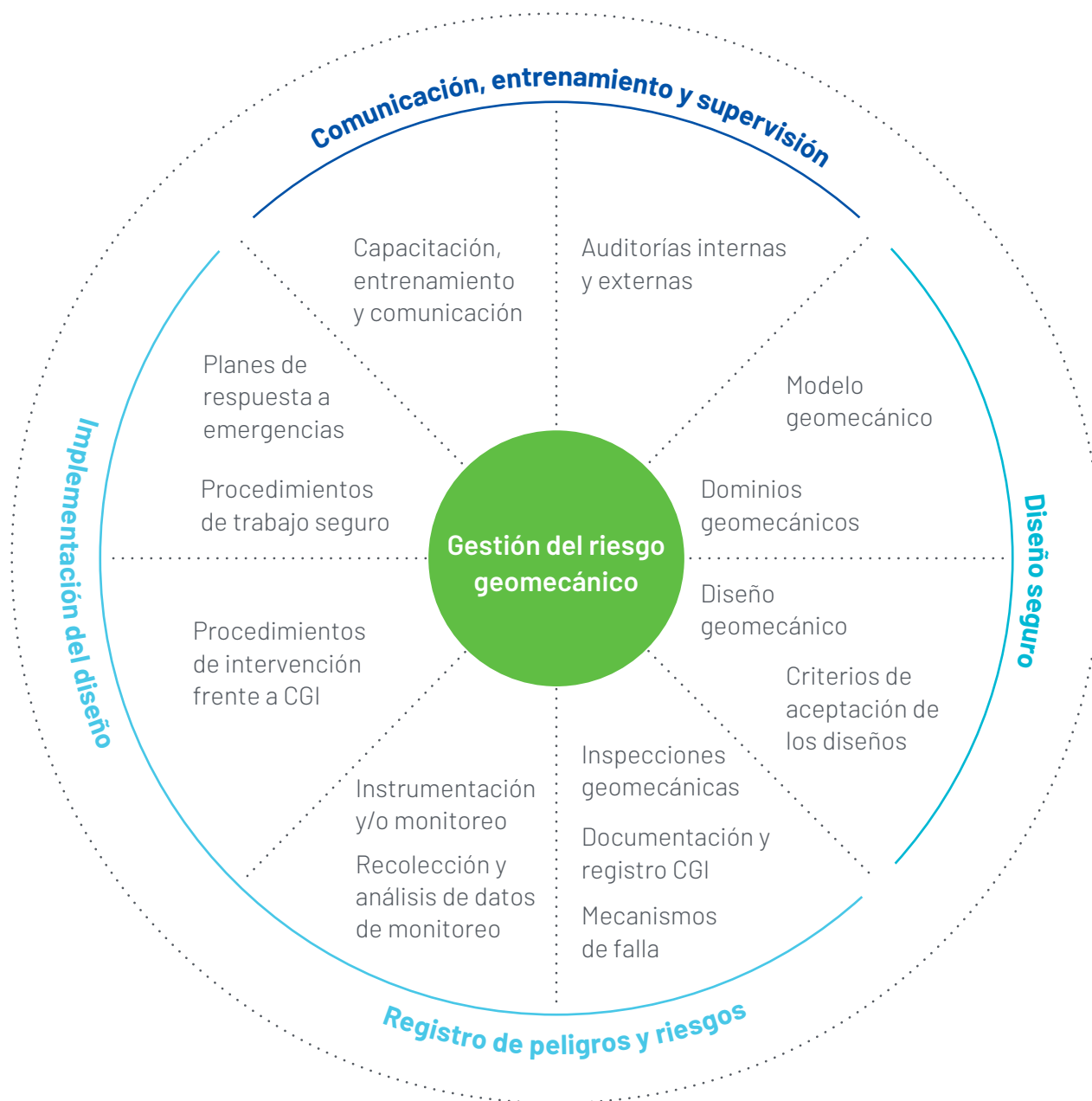
En minería subterránea es obligatorio, de acuerdo con el Decreto 1886 del 2015, contar con socorredores mineros, dentro de la brigada de emergencias, cuyo número mínimo está en función del número de trabajadores de la empresa.

3.4.4 Ejemplo: Modelo de gestión del riesgo de explosiones subterráneas



Gráfica 6. Modelo de gestión del riesgo en la prevención y mitigación de explosiones de metano y polvo de carbón.

3.4.5 Ejemplo: Modelo de gestión del riesgo geomecánico



Gráfica 7. Modelo de la gestión del riesgo geomecánico.
Fuente: ICONTEC, NTC 6620:2022.

3.5 Lo esencial en el verificar (desempeño)

Preguntas para reflexionar:

1. ¿La verificación y el actuar corresponden a etapas que se materializan cuando se hace una auditoría o revisión por la alta gerencia?, ¿o se refiere a un proceso permanente el cual involucra todos los niveles de la organización?
2. ¿El error humano es la conclusión de la investigación de un evento o debería ser el punto de inicio?

La verificación es el seguimiento al cumplimiento de los objetivos del SG-SST que se hayan planteado y los medios definidos para ello. Como lo describimos previamente, los objetivos del SG-SST deben formularse con respecto a dos variables: control de peligros (como caída de roca) y resultados de SST (frecuencia de eventos incapacitantes). Verificar el cumplimiento de los medios hace referencia a indicadores de estructura y proceso, es decir, el cumplimiento en las actividades planeadas. En la verificación podrían presentarse los siguientes escenarios que analizaremos:



- **Escenario 1:** se cumplieron los objetivos con respecto a los resultados de SST, es decir, no se registraron muertes, ni enfermedades en el período de análisis; sin embargo, se encontraron desviaciones en los indicadores de control de peligros, por ejemplo, registros frecuentes de concentraciones de CH₄ por encima del 1.5 % por periodos prolongados.

Análisis: la anterior situación requiere atención si el peligro no está bajo control, el riesgo puede materializarse en cualquier momento, por lo tanto, deben tomarse medidas.

- **Escenario 2:** los resultados de SST fueron negativos, aumentó considerablemente la severidad de los eventos y no se habían identificado situaciones de peligros significativos.

Análisis: es probable que solo se esté verificando el cumplimiento de las actividades planeadas, como las capacitaciones, pero no se estén considerando las desviaciones en los estándares de los peligros, como mediciones ambientales, reportes de trabajadores e inspecciones, las cuales podrían estar mostrando que los peligros no están bajo control. La investigación, además de arrojar los eventos que han generado lesiones, puede brindar información sobre las causas.

- **Escenario 3:** los resultados de SST son negativos y se han encontrado, además, registros que indican que los peligros no estaban bajo control, pero se habían ejecutado las actividades planeadas.

Análisis: las intervenciones realizadas no son adecuadas o son insuficientes para minimizar el riesgo, por lo que se deben hacer cambios en la intervención.

3.5.1 Sistemas de mediciones e inspecciones

El objetivo de las mediciones e inspecciones es identificar peligros, es decir, fuentes potenciales de daño, pero, además, verificar el desempeño de las intervenciones. Algunos de los sistemas de medición más frecuentes en minería son:

- **Mediciones:** de gases (O_2 , CO_2 , CO , CH_4 , NO_2 , H_2S , SO_2), temperatura, humedad, velocidad del aire, presión sonora, iluminancia, presión dinámica y estática, concentración de material particulado (explosivo, inhalable y respirable), deformaciones del macizo rocoso y elementos de sostenimiento, caudal de agua y velocidad de los vehículos de transporte. La situación ideal, en muchos casos, es que estos procesos estén automatizados, especialmente si la medición debe realizarse en zonas inseguras, por ejemplo, medición de gases en sitios que no han sido ventilados.
- **Inspecciones:** de herramientas, equipos y modos de protección; de cables, equipos e infraestructura para trabajo en alturas; de sitios sensibles como polvorines, almacenamiento de combustibles y otras sustancias peligrosas; de sistemas de protección contra incendios, del estado de los cables de malacates, del estado del sostenimiento y de la realización de tareas de alto riesgo.
- Evaluaciones médicas y de riesgo psicosocial.

En el capítulo 3.6 discutiremos lo relativo al análisis de esta información, por ahora se hará énfasis en tres aspectos claves:

Aspectos claves:



Las mediciones e inspecciones deben estar asociadas a programas de intervención, y una misma medición podría brindar información a varios programas. Por ejemplo, monitorear el monóxido de carbono es importante por el riesgo de intoxicación aguda o crónica, pero también es un indicador de combustión espontánea.



Los equipos que se utilicen para las inspecciones deben estar debidamente calibrados y las personas que las realicen deben contar con el entrenamiento adecuado, en la forma de medir e interpretar los datos. Se debe también evaluar y controlar los riesgos asociados a la realización de inspecciones.



Las mediciones e inspecciones deben conducir a resultados, esta información se toma en cuenta para poder tomar medidas inmediatas si se detecta una situación de riesgo inminente y para analizar las tendencias en las desviaciones del estándar de seguridad, con el objetivo de hacer los ajustes en la intervención.

3.5.2 Auditorías

Las auditorías son ejercicios formales que permiten evaluar el desempeño del SG-SST. Nuestra legislación establece que debe realizarse como mínimo una vez al año. En el programa de auditoría debe tenerse en cuenta la idoneidad de la persona que audita, la periodicidad, la metodología, la presentación de informes y la comunicación de resultados.

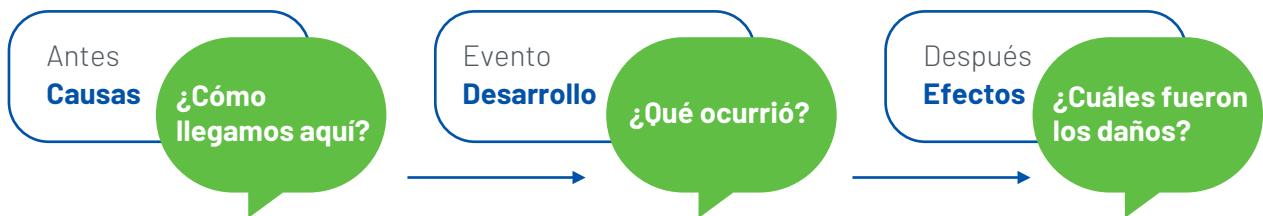
Aspectos claves:



La evaluación del desempeño del SG-SST como sistema, no es lo mismo que evaluar si el SG-SST brinda mejoras en la SST. Si la estrategia y los métodos de auditoría no se diseñan e implementan correctamente, los resultados pueden ser engañosos y mostrar que un SG-SST funciona, mientras que puede que no y solo sea un sistema muy bien documentado. Por lo tanto, un factor indispensable en las auditorías en el sector minero, es que siempre tengan un componente de verificación en el sitio, que no se restrinjan a aspectos documentales y que, para procesos específicos, sean realizadas con personal competente, no solo en técnicas de auditoría, sino en el proceso que se auditará. Por ejemplo, al auditar el plan de mantenimiento de equipos de circuito cerrado de respiración autónoma para rescate minero, la persona debe conocer con detalle cuál es el objetivo del mantenimiento del equipo, es decir, qué variables se evalúan, cuáles son los valores de referencia, cómo se hace la verificación, con qué equipos, con qué frecuencia, cuál es la competencia de la persona que haga esta verificación, entre otros.

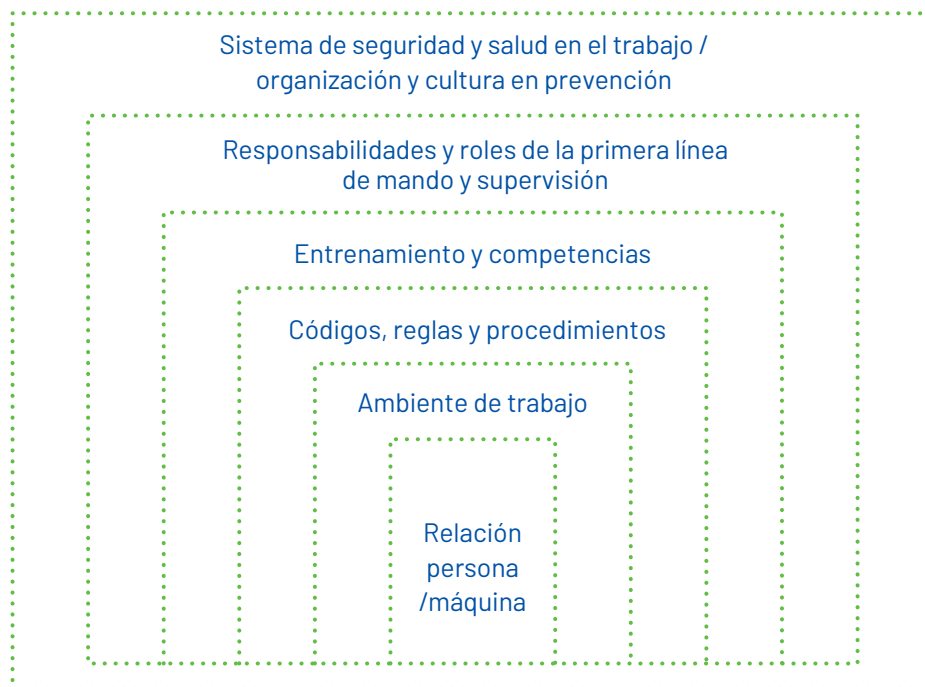
3.5.3 Investigaciones de todos los eventos que causan daño o con potencial

Los eventos que causan daños como muertes, lesiones, enfermedades, afectaciones a la infraestructura o que tuvieron el potencial de hacerlo, como tener que evacuar personal debido a una condición de riesgo inminente, deben ser investigados con el fin de obtener aprendizaje de lo que debe corregirse en el proceso para que el riesgo no se materialice de nuevo. La siguiente es una línea de tiempo del evento:



Gráfica 8. Línea de tiempo en una investigación.

Con respecto a la causalidad de los sucesos, se reconoce ampliamente que estos son producto de las interacciones entre numerosos componentes, por medio de un complejo sistema socio-técnico. [Salmon et al., 2012,]. En el libro *Understanding Human Error in Mine Safety*, Simpson, G et al., propusieron un modelo de los factores que predisponen que se comenten errores humanos.



Gráfica 9. Modelo: factores que predisponen el error humano en minería (Simpson, G et al, 2009).

Aspectos claves:



Investigar todos los eventos, independiente de la magnitud del daño, pues es muy importante para explicar el evento, aprender y tomar acciones correctivas. Se debe tener presente que los eventos son multicausales.



En las investigaciones, más allá de la metodología utilizada, siempre es importante considerar las siguientes cuatro etapas: 1. Planeación, 2. Recolección y evaluación de evidencias, 3. Construcción de hipótesis y causalidad y 4. Informe final.



Un accidente está asociado, frecuentemente, con algo impredecible e inevitable, sin embargo, la mayoría de las lesiones o muertes y los eventos precipitantes son predecibles y prevenibles. (BMJ, 2001). Con el objetivo de no transmitir la idea de que las lesiones y muertes en la minería son súbitas y aleatorias, sino que hay causas que las explican, en esta guía no hemos utilizado el término accidente. Además, no es necesario, lo que en SST nos interesa es la consecuencia, entonces en vez de decir accidente por explosión o accidente por derrumbe, simplemente podemos referirnos a explosión, derrumbe o a los efectos como lesiones.

3.5.4 Ejemplo: protocolo de investigación de explosiones de metano y/o polvo de carbón en minas subterráneas

Este protocolo propone una secuencia de pasos recomendados por etapas para llevar a cabo la investigación de explosiones en minas subterráneas de carbón, en las que se presume que los combustibles que las generaron fueron metano o polvo de carbón. Para su construcción el autor se basó en su experiencia en investigaciones previas y fue consultada la metodología para la investigación de incendios en edificios. (Freitas y Rodrigues, 2022). El propósito de la investigación de una explosión es explicar lo que ocurrió (combustibles que intervinieron, fuente de ignición, dinámica de la explosión y daños) y entender cómo se llegó a ese punto, las causas y su interacción (factores, circunstancias, omisiones y métodos). Este protocolo nos brinda aprendizaje sobre cómo prevenir de una forma más efectiva el riesgo de explosión, lo que se traduce en proteger la vida, la integridad, la salud de los mineros y la continuidad del negocio.

Etapa de planeación

1

Conformación del equipo de investigación

Producto: *acta de conformación del equipo de investigación.*

Entidades: se conforma por un equipo mínimo de cinco integrantes: autoridad minera, titular y empleador minero, aseguradora de riesgos laborales y universidades con experticia (deseable). Además, se debe designar un líder de la investigación.

Perfiles recomendados: Ingeniero de minas (obligatorio y mínimo dos), profesional con licencia en SST (obligatorio), ingenieros de otras disciplinas como ingeniería química, eléctrica y mecánica; geólogo, abogado, médico, psicólogo y técnico en salvamento minero.

Competencias deseadas: ingeniería de explosiones e incendios, geología y minería de carbón, planeamiento minero, ventilación minera, gestión del riesgo, derecho minero, salvamento minero de toxicología, instalaciones eléctricas en ATEX y uso de herramientas de modelación como CFD.

2

Planeamiento de la investigación

Producto: *plan de trabajo*

El equipo de investigación conformado, actuando con independencia, debe:

- Definir el cronograma y la distribución de actividades, de acuerdo con los perfiles del equipo de investigación.
- Consensuar sobre las evidencias y pruebas que se recolectarán, en función de recursos disponibles (económicos, tiempo, número de investigadores, competencias y equipos).
- Comunicar a las partes interesadas sobre el plan de trabajo y las necesidades de recursos.

3

Evaluación inicial de seguridad y recuperación

Producto: *ejecución de trabajos de recuperación de la mina que aseguren condiciones mínimas de seguridad para la inspección.*

Se debe realizar una evaluación de las condiciones de seguridad de la mina o minas afectadas y determinar, en función de ello, los trabajos de recuperación que deben adelantarse para que haya unas condiciones mínimas de seguridad que permitan ejecutar la inspección de la investigación.

En la evaluación deben participar los representantes del equipo de investigación, del titular minero y la autoridad en salvamento minero. Los trabajos de recuperación pueden comprender el control parcial de derrumbes, habilitar la ventilación y estar a cargo del titular minero con apoyo del salvamento minero; además, deben realizarse observando los estrictos protocolos de seguridad. La recolección de evidencias no puede primar sobre la seguridad del equipo de investigación.

Etapa de recolección y evaluación de evidencias

4

Recolección y evaluación preliminar de evidencias documentales

Producto: relación preliminar de la gestión del riesgo en la organización y la causalidad.

Titular minero: documentos elaborados previo a la ocurrencia de la explosión.

- SG-SST: evaluación del riesgo, plan de trabajo, registros, inspecciones e investigaciones.
- Planes y diseños de planeamiento minero, ventilación, sostenimiento, mantenimiento de equipos, voladuras, emergencias, capacitación y otros; incluidos los respectivos registros como aforos de ventilación, simulacros, programación de voladuras, fichas técnicas de equipos, entre otros.
- Equipos de medición de gases para hacer descarga de datos y registros físicos de mediciones.
- Planos de la mina: de riesgos, minero, de ventilación, eléctrico, geológico, hidráulico, entre otros.
- Estudios: geológico, de explosividad de polvo de carbón, geomecánico, entre otros.
- Hojas de vida y entrenamientos de trabajadores involucrados en la explosión.

Autoridad minera: título minero en su integridad, informes de emergencia y de fiscalización.

ARL y Ministerio del Trabajo: informes de recomendaciones en visitas.

ARL y Ministerio del Trabajo: informes de recomendaciones en visitas.

*La evaluación documental realizada debe confrontarse con las evidencias de la inspección de campo y entrevistas, para determinar si corresponden a la organización y fueron aplicadas.

5

Evaluación de los informes periciales de necropsia y reporte de lesiones

Producto: análisis de la dinámica de la explosión en función de hallazgos de las necropsias.

Si hubo víctimas mortales, se evalúan las necropsias y, en el caso de que se presentaran colaboradores que hayan sufrido lesiones o intoxicación, se revisa el informe médico de la atención de los pacientes. El anterior análisis contribuye a explicar la dinámica de la explosión. Existen traumas que requieren de altas presiones (fractura de pelvis, trauma craneoencefálico).

*Los informes de necropsia son confidenciales, por lo cual no deben incluirse en anexos.

6

Preparación de la inspección de la mina

Producto: definición del alcance de la inspección y protocolos de seguridad.

Planear: alcance de la inspección, recorrido que se realizará, personas del equipo de investigación (que ingresarán bajo tierra y quienes estarán en superficie) y sus respectivos roles, y protocolos de seguridad a seguir.

Elementos de protección personal para inspección bajo tierra:

casco, lámpara minera, gafas de protección (para muestreos), mascarilla con filtros para polvo, overol con cintas reflectivas, guantes, cinturón minero, botas con puntera de seguridad y autorescatador.

Equipos: multidetector de gases calibrado, anemómetro, elementos para muestreos de polvo de carbón, libreta, planos, cámara fotográfica, kit de APH y equipo de comunicación.

Nota 1: todos los equipos eléctricos y electrónicos que se ingresen deben contar con modos de protección para ATEX (IEC: grupo I, categoría Ma).

Nota 2: se recomienda apoyar la inspección de zonas de difícil acceso de un dron que recoja información de gases, temperatura, topografía y otras variables, este debe ser aprobado para ATEX.

7

Inspección de instalaciones en superficie y accesos a la mina

Producto final: evaluación de afectaciones en superficie, incluidas otras minas. Registro fotográfico.

Se debe inspeccionar la bocamina, los tambores de ventilación, las salidas de emergencia de todas las minas afectadas y de otras instalaciones en superficie, para evaluar posibles afectaciones producto de la explosión. El objetivo, además de evaluar el grado de daños, es definir el radio de afectación.

8

Inspección de labores subterráneas

Producto: informe de la inspección, incluido registro fotográfico, muestras recolectadas y evaluación.

En todas las minas afectadas se evalúan los siguientes aspectos y se hace registro fotográfico.

Inspección de sistemas y equipos o su inexistencia:

- Circuito de ventilación, redes hidráulicas, redes de aire, redes de combustible, sistema de sostenimiento, vías de transporte y zonas de almacenamiento de explosivos, combustibles y otros.
- Sistemas de protección: inertización de polvo de carbón, barreras, refugio minero, nichos de seguridad, aspersores, reguladores de ventilación, comunicaciones, sistemas de alarma, equipos portátiles de respuesta a emergencia, rutas de evacuación, señalización, entre otros.
- Instalaciones y equipos eléctricos, neumáticos, de perforación, cargue y transporte.

Evaluación de daños: evidencias de coquización de afectaciones por fuego, derrumbes y su magnitud, proyección de equipos y distancias recorridas, daños en equipos y grado de afectación, desplazamiento de elementos de sostenimiento y la dirección.

Muestreos: muestras de polvo de carbón, muestras de carbón de diferentes mantos, elementos que se encuentren como equipos de medición de gases, libretas de campo y elementos afectados por fuego de fácil desplazamiento.

Evaluación de posibles áreas y punto de ignición: se evalúa todo lo anterior, pero con mayor detalle. Producto de una explosión, la primera expresión es el frente de presión que viaja a una alta velocidad y cuyo crecimiento es exponencial, por lo tanto, los efectos de estas altas presiones se ven unos metros más adelante, en consecuencia, generalmente el área cerca al punto de ignición no presenta mayor afectación.

9

Análisis de muestras y modelaciones

Producto final: informes de análisis de laboratorio y modelaciones.

Probar tesis de participación de polvo de carbón: en las muestras de polvo de carbón se realizan análisis próximos completos y sección pulida. En las muestras de canal se hacen análisis próximos completos, pruebas de inertización del polvo de carbón, macérales e índice de molienda *hardgrove*.

Perfil térmico de la explosión: análisis morfológico, químico y térmico de muestras extraídas.

Modelaciones: ventilación, dispersión del metano previo a la explosión, dispersión de gases posterior a la explosión, propagación del fuego y onda, perfil de presiones y modelaciones en las que se evalúen escenarios, si se hacen modificaciones en la ventilación y se incluyen controles.

10

Preparación de entrevistas

Producto: selección de personas a entrevistar y cuestionario guía.

Las entrevistas se realizan después de la inspección, dado que ya se han hecho algunos descubrimientos y arrojan preguntas. Se seleccionan las personas que serán entrevistadas y se preparan las preguntas de acuerdo con su perfil, estas buscan entender circunstancias, factores, métodos y una descripción de los hechos. Es importante entrevistar a testigos directos, al titular y al empleador minero, a los supervisores y a las personas que estuvieron en el rescate.

11

Realización de entrevistas

Producto: entrevistas y discusión

La participación en la entrevista es voluntaria, no deben inducirse las repuestas ni hacer juzgamientos. Si bien se cuenta con un cuestionario guía, en el desarrollo de la entrevista pueden agregarse otras o modificar las ya preparadas, de acuerdo con la evolución de la entrevista.

12

Evaluación de evidencias en conjunto – Armado del rompecabezas

Producto: evaluación final de cada una de las evidencias.

Se evalúan las evidencias y se cruzan unas con otra para armar el rompecabezas. Por ejemplo, los planes presentados versus lo encontrado en la inspección; registros físicos de gases versus los análisis de la información extraída de los equipos multidetectores. Esto permite descartar evidencias que no son genuinas y concluir sobre la información que cada una aporta a la hipótesis.

Etapa de construcción de hipótesis y causalidad

13

Desarrollo de las posibles hipótesis

Producto: set de hipótesis.

Basado en las evidencias recogidas, se desarrolla un set de hipótesis para explicar la fuente de ignición, concluir si hubo una explosión primaria de metano y una secundaria de polvo de carbón o solo participó un combustible, dónde se inició la explosión y su dinámica.

14

Probar hipótesis

Producto: resultados de las pruebas.

Las hipótesis son probadas varias veces con diferentes datos y se verifican las contradicciones.

15

Descartar y seleccionar hipótesis

Producto: hipótesis descartadas y seleccionadas y la exposición de los argumentos

Se descartan las hipótesis que no estén soportadas con datos o que no sean consistentes con las evidencias encontradas en la mina. Se seleccionan hipótesis que no se contradigan con los datos y que, por el contrario, sí tengan evidencias en la evaluación de la mina.

16

Construcción de línea de tiempo

Producto: línea de tiempo.

Señala determinados eventos, hechos, acciones y omisiones, antes y después de la explosión.

17

Análisis de causalidad

Producto: modelo jerárquico de causalidad y argumentación.

Las explosiones son multicausales y se explican por las interacciones entre las causas. En el modelo deben tomarse en cuenta las causas como asociadas a ausencia o deficiencia en controles, procedimientos, entrenamiento, supervisión, diseños y equipos.

Etapa de informe final

18

Medidas preventivas y recomendaciones

Producto: medidas preventivas y correctivas.

En función de la causalidad, se proponen medidas preventivas y correctivas. Estas se pueden soportar modelando escenarios en los que se introducen controles como mejoras en la ventilación, cambios en las rutas de evacuación, barreras, entre otros controles.

19

Consolidar informe final y sus anexos

Producto: informe final de investigación.

Consolidar de manera organizada el informe con toda la información de los pasos previos y anexos, incluir conclusiones, limitantes de la investigación, bibliografía y lecciones aprendidas.

20

Socialización del informe y entrega a las partes interesadas

Producto: mejoras en la gestión de seguridad y adopción de políticas.

Entrega del informe a las autoridades competentes y socialización de las lecciones aprendidas.



3.6 Lo esencial en el actuar (mejoramiento y adaptación)

Preguntas para reflexionar:

1. ¿Qué estrategias pueden funcionar para mejorar la supervisión en SST en una operación minera?
2. ¿Cuándo se debe actuar?

La mejora continua es entender la variabilidad del sistema en el tiempo y, en consecuencia, hacer mejoras en la gestión de SST que respondan a esos cambios, pero además buscar mejores resultados en seguridad y salud. No solo prevenir los negativos, sino potenciar las capacidades.

3.6.1 Seguimiento para la toma de decisiones

Las fuentes para monitorear el desempeño de la SST, como mediciones, inspecciones, auditorías y revisión de la alta gerencia permiten que se tomen decisiones inmediatas cuando se detectan condiciones de riesgo inminente para la vida, la integridad física, la salud o la infraestructura. Sin embargo, un segundo aspecto, igualmente importante, es analizar la información, evaluar las tendencias, interpretar el mensaje de los datos para la toma de decisiones que conduzcan a la mejora y a no seguir ignorando el riesgo. **Revisaremos dos ejemplos reales:**



- **Caso 1:** una organización realiza audiometrías anualmente a los colaboradores expuestos a altos niveles de ruido, les suministra protectores auditivos y realiza una capacitación anual sobre el funcionamiento del oído, la importancia del uso de estos protectores y cómo utilizarlos correctamente. Los resultados de las audiometrías han mostrado, en algunos de ellos, pérdida progresiva de la capacidad auditiva. Sin embargo, no se han realizado mejoras en la intervención del riesgo, como cambiar un equipo por otro con niveles de menor ruido o hacer un aislamiento. Al cabo de diez años, algunos de esos trabajadores, que cada año fueron reduciendo su capacidad auditiva, tendrán una pérdida casi completa de esta.

- **Caso 2:** en una mina subterránea de carbón, en la que no es usual registrar concentraciones de monóxido de carbono, se registró el día uno 10 ppm, el día dos 20 ppm, el día tres 100 ppm y el día cuatro la mina estaba completamente llena de humo, alta temperatura y concentraciones de monóxido superiores a las 600 ppm. Las mediciones estaban indicando que estaba en proceso una combustión espontánea y como resultado de ello, la operación debió suspenderse durante tres meses. ¿Cuál habría sido la medida apropiada que debía implementarse desde el segundo día?

Los anteriores ejemplos ilustran cuáles son los resultados cuando solo realizamos mediciones, evaluaciones médicas, entre otras, solo por cumplir la norma.

3.6.2 Acciones con base en lecciones aprendidas de investigaciones

En la sesión anterior revisamos cómo una investigación contribuye a aprender cómo gestionar mejor el riesgo. En esta oportunidad, concluiremos indicando que el propósito de realizar una investigación no debería ser el intentar justificar las fallas o buscar culpables, sino hacer un ejercicio honesto y crítico que permita entender cómo se llegó a ese punto y qué cambios significativos deben realizarse en el proceso y en la organización.

4

Conclusiones y recomendaciones

El propósito de la SST es tener los peligros bajo control, minimizar los riesgos y proteger y promover la integridad física y psicológica de las personas, presentes en un entorno laboral o directamente afectadas por sus actividades laborales; ello puede lograrse utilizando un conjunto de elementos tangibles (controles de ingeniería, aislamiento, capacitaciones, EPP, sensores para mediciones, entre otros) e intangibles (política, supervisión y procedimientos) que interactúan de manera coordinada.

Para que el SG-SST cumpla su propósito es fundamental que su motivación sea mejorar la seguridad y salud, que sus pilares sean la integración, el aprendizaje compartido y que se centre en los factores esenciales para controlar los riesgos y no en el proceso de implementación del sistema.



5

Bibliografía

Agencia Nacional de Minería. (2021). Guía técnica para el diseño de planes de prevención de explosiones de metano y polvo de carbón. Recuperado de: https://www.anm.gov.co/sites/default/files/guia_preencion_mitigacion.pdf

Agencia Nacional de Minería. (2022). Circular No. 01 del 06.15.2022: Recomendaciones con respecto a la prevención de explosiones de grisú, y a la limitación de sus efectos por la participación del polvo de carbón. Recuperado de: <https://www.anm.gov.co/sites/default/files/Circular%20No.%2001%20del%2015%20de%20Junio%20de%202022.pdf>

Agencia Nacional de Minería. (2022). Cuadro de Control de Emergencias Mineras.

Australian Institute of Health and Safety (AIHS). (2019). Synopsis. In The Core Body of Knowledge for Generalist OHS Professionals. (2° ed.). Tullamarine, VIC: Australian Institute of Health and Safety.

Australian Institute of Health and Safety (AIHS). (2019). The Core Body of Knowledge for Generalist OHS Professionals. (2° ed.) Tullamarine, VIC: Australian Institute of Health and Safety.

Beaumont, D. (2021). Global Concept: Health. En The Core Body of Knowledge for Generalist OHS Professionals. (2° ed.). Tullamarine, VIC: Australian Institute of Health and Safety.

Borys, D. (2020). Organizational culture: Reviewed and repositioned. En The Core Body of Knowledge for Generalist OHS Professionals. Tullamarine, VIC: Australian Institute of Health and Safety.

Burlington, D. y Griffiths, M. (2020). The Organization. En The Core Body of Knowledge for the Generalist OHS Professionals. (2° ed.). Tullamarine, VIC: Australian Institute of Health and Safety.

Cross, J. (2019). Risk. En The Core Body of Knowledge for Generalist OHS Professionals. (2° ed.). Tullamarine, VIC: Australian Institute of Health and Safety.

Davis, R. M., y Pless, B. (2001). BMJ bans "accidents". BMJ (Clinical research ed.), 322(7298), 1320-1321. Recuperado de: <https://doi.org/10.1136/bmj.322.7298.1320>

Decreto 1886 del 2015. Ministerio de Minas y Energía. Reglamento de seguridad en las labores subterráneas.

Decreto 539 del 2022. Ministerio de Minas y Energía. Reglamento de seguridad en las labores mineras a cielo abierto.

Dekker, S. (2019). Global Concept: Safety. En The Core Body of Knowledge for Generalist OHS Professionals. (2° ed.). Tullamarine, VIC: Australian Institute of Health and Safety.

Freitas, R.A. y Rodrigues, J.P.C. (2022). A fire investigation methodology for buildings. En Archit. Struct. Constr. 2, 269-290. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s44150-022-00057-6>

Gallagher C., Underhill E. y Rimmer M. (2003). Occupational safety and health management systems in Australia: barriers to success. Policy and Practice in Health and Safety, 1(2), 67-81. DOI: 10.1080/14774003.2003.11667637

Gheorghe G.C., Manrique E. F., y Idrovo A.J. (2022). Injuries and fatalities in Colombian mining emergencies (2005-2018): a retrospective ecological study. Rev Bras Med Trab, 22(4), 591-598. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.47626/1679-4435-2022-799>

Gheorghe, G. C. (2020). Emergencias mineras mortales en Colombia (2005-2020): investigación con modelo jerárquico de causalidad de 100 eventos. Bogotá, Colombia: Universidad del Rosario. Recuperado de: <https://repository.urosario.edu.co/handle/10336/30813>

ICONTEC (2022). NTC, 6620. Requisitos para la elaboración de planes de sostenimiento para operaciones mineras y obras civiles subterráneas. Recuperado de: <http://icontec.ipublishcentral.com/pdfreader/minera-requisitos-para-la-elaboracin-de-planes-sostenimiento-operacion-es-mineras-y-obras-civiles-subterrneas/?pno=16>

Johnstone, K., Adam, K., Capra, M. y Crawford, J. (2021). The Human as Biological System. En The Core Body of Knowledge for Generalist OHS Professionals. Tullamarine, VIC: Australian Institute of Health and Safety.

Karanikas, N., y Pryor, P. (2021). OHS management systems. En The Core Body of Knowledge for Generalist OHS Professionals. (2° ed.). Tullamarine, VIC: Australian Institute of Health and Safety.

Ministerio del Trabajo. (2019). Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, SG-SST. Provan, D. y Rae, A. (2020). Rules and Procedures. En The Core Body of Knowledge for Generalist OHS Professionals. (2° ed.). Tullamarine, VIC: Australian Institute of Health and Safety.

Pryor, P. (2019). Hazard as a Concept. In The Core Body of Knowledge for Generalist OHS Professionals. 2nd Ed. Tullamarine, VIC: Australian Institute of Health and Safety.

Ryff, C. D., Singer, B. H., & Love, G. D. (2004). Positive health: Connecting well-being with biology. Philosophical Transactions of the Royal Society B Biological Sciences, 359(1449), 1383-1394

Salmon, P. M., Cornelissen, M., & Trotter, M. J. (2012). Systems-based accident analysis methods: A comparison of Accimap, HFACS, and STAMP. Safety science, 50(4), 1158-1170.

Simpson, G., Horberry, T. y Joy, J. (2009). Understanding human error in mine safety. Farnham, Reino Unido: Ashgate Publishing.

Viner, D. (1991). Accident analysis and risk control. Melbourne VRJ Delphi.

WHO (World Health Organization). (1986). The Ottawa Charter for health promotion. Recuperado de <https://www.who.int/teams/health-promotion/enhanced-wellbeing/firstglobal-conference>

Información de propiedad intelectual

Todos los derechos reservados. No se permite la reproducción total o parcial de ninguna parte de esta obra, ni su comercialización ni su publicación en cualquier medio, sin el permiso previo y escrito de SURA S.A., Propiedad Intelectual de SURA S.A., 2023.



arlsura.com

sura 