

Universidad Nacional de Ingeniería
Facultad de Ingeniería Geológica Minera y Metalúrgica



TESIS

**Estrategias de gestión de emergencias en minería subterránea:
Mejora del rendimiento de las brigadas y mitigación de impactos
operacionales**

Para obtener el título profesional de Ingeniero de Minas

Elaborado por

Jhon Antony Cotrina Cipriano

 [0009-0006-6138-8434](https://orcid.org/0009-0006-6138-8434)

Asesor

M.Sc. Jose Antonio Corimanya Mauricio

 [0000-0003-1078-4155](https://orcid.org/0000-0003-1078-4155)

LIMA – PERÚ

2025

Citar/How to cite	Cotrina Cipriano [1]
Referencia/Reference	[1] J. Cotrina Cipriano, “Estrategias de gestión de emergencias en minería subterránea: Mejora del rendimiento de las brigadas y mitigación de impactos operacionales” [Tesis de pregrado]. Lima (Perú): Universidad Nacional de Ingeniería, 2025.
Estilo/Style: IEEE (2020)	

Citar/How to cite	(Cotrina, 2025)
Referencia/Reference	Cotrina, J. (2025). <i>Estrategias de gestión de emergencias en minería subterránea: Mejora del rendimiento de las brigadas y mitigación de impactos operacionales</i> . [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional Cybertesis UNI.
Estilo/Style: APA (7ma ed.)	

Dedicatoria

A mis padres, Nilder y Enaida, y a mi hermano Cristian, por su amor, dedicación y paciencia, pilares fundamentales que me han permitido alcanzar una meta más en mi vida. Gracias por enseñarme, con su ejemplo, a ser valiente y a no rendirme ante las dificultades, sabiendo siempre que Dios me acompaña. A mi novia Maricielo, por su amor constante y su apoyo inquebrantable a lo largo de este camino. Gracias por estar a mi lado en cada paso.

Agradecimientos

Agradezco especialmente al Ing. Franck Ortega por su constante apoyo durante mi periodo de prácticas profesionales en el área de Seguridad y Salud Ocupacional. Su fe en mis habilidades y su disposición para ayudarme han sido fundamentales para la finalización de esta tesis. Asimismo, agradezco al Ing. José Corimanya Mauricio por facilitar el acceso a prácticas pre-profesionales en el laboratorio de ventilación minera, no solo para mí, sino también para otros estudiantes, en un contexto donde las oportunidades eran limitadas. Finalmente, expreso mi sincero agradecimiento al Ing. Adolfo Chávez Valdivia por su apoyo incondicional a las gestiones y solicitudes de los estudiantes. Su compromiso con nuestra formación y su constante disposición para ayudar marcaron una diferencia significativa en nuestra etapa universitaria.

Resumen

1El presente estudio analiza el impacto del desempeño de las brigadas de emergencia ante incidentes críticos en minería subterránea, a través de la implementación del Plan de Preparación y Respuesta ante Emergencias (PPRE). Mediante una evaluación sistemática del nivel de capacitación, la frecuencia de simulacros y la gestión económica de eventos adversos, se identificaron mejoras cuantificables en múltiples dimensiones.

Los resultados demuestran una reducción significativa en los tiempos críticos de atención, logrando disminuir los tiempos de evacuación de 15–20 minutos a 5–10 minutos, y la localización del personal de ≥ 30 minutos a menos de 10 minutos. Esto representa una mejora de hasta 70% en la capacidad de reacción de las brigadas. Asimismo, el fortalecimiento de los entrenamientos y la implementación de protocolos estandarizados permitieron reducir las lesiones graves en un 60–80% y la tasa de fatalidad simulada en un 75%. Además, se alcanzó el 100% de cobertura del personal con planes de escape conocidos.

Desde el punto de vista económico, el PPRE generó un ahorro operativo sustancial, reduciendo los costos por paradas no planificadas en hasta \$120,000 por evento y disminuyendo un 75% los gastos en atención médica. También se logró eliminar por completo las sanciones regulatorias que anteriormente ascendían a \$250,000, gracias al cumplimiento integral de normativas como el DS 024-2016-EM.

En términos de gestión del riesgo y desempeño organizacional, se observó una disminución del nivel crítico en matrices IPERC (de nivel 5 a 3 o menos) y una mejora consistente en auditorías de seguridad y sostenibilidad. Indicadores como la tasa de simulacros exitosos ($\geq 95\%$) y la evacuación en menos de 10 minutos ($\geq 90\%$) consolidan el avance sostenido del sistema. Finalmente, el PPRE fortaleció la cultura organizacional, incrementando la participación del personal en entrenamientos ($> 90\%$) y mejorando los indicadores ESG, especialmente en los componentes de gobernanza y confianza social.

Palabras clave — Emergencias, gestión de riesgos, simulacros, PPRE.

Abstract

This study analyzes the impact of the performance of emergency brigades during critical incidents in underground mining, through the implementation of the Emergency Preparedness and Response Plan (PPRE). Through a systematic evaluation of training levels, frequency of drills, and the economic management of adverse events, quantifiable improvements were identified across multiple dimensions.

The results show a significant reduction in critical response times, with evacuation times decreasing from 15–20 minutes to 5–10 minutes, and personnel localization times improving from ≥ 30 minutes to less than 10 minutes. This represents up to a 70% improvement in the brigades' reaction capacity. Likewise, strengthened training and the implementation of standardized protocols led to a 60–80% reduction in serious injuries and a 75% decrease in the simulated fatality rate. Additionally, 100% of personnel now have a known escape plan, eliminating disorientation and delayed response scenarios.

From an economic standpoint, the PPRE generated substantial operational savings by reducing unplanned shutdown costs by up to \$120,000 per event and lowering medical expenses by 75%. Regulatory fines, previously reaching up to \$250,000, were also completely eliminated thanks to full compliance with standards such as DS 024-2016-EM. In terms of risk management and organizational performance, the critical risk level in IPERC matrices dropped (from level 5 to 3 or below), and there was consistent improvement in safety and sustainability audits. Key indicators—such as successful drill rates ($\geq 95\%$) and evacuation times under 10 minutes ($\geq 90\%$)—reflect the system's sustained progress. Finally, the PPRE strengthened organizational culture, with over 90% personnel participation in training sessions and improved ESG indicators, especially in governance and community trust.

Keywords — Emergencies, risk management, drills, PPRE.

Tabla de Contenido

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Introducción	xii
Capítulo I. Parte introductoria del trabajo	1
1.1 Descripción del problema de investigación	1
1.2 Objetivo	3
1.2.1 Objetivo general	3
1.2.2 Objetivos específicos	3
1.3 Hipótesis	3
1.3.1 Hipótesis general	3
1.3.2 Hipótesis específicas	3
1.4 Operacionalización de variables	4
1.4.1 Variable independiente (V.I)	4
1.4.2 Variable dependiente (V.D)	4
1.5 Antecedentes referenciales	6
1.5.1 Antecedentes internacionales	6
1.5.2 Antecedentes nacionales	7
Capítulo II. Marcos teórico y conceptual	9
2.1 Marco teórico	9
2.1.1 Planes de emergencia	9
2.1.2 Aspectos legales	11
2.1.3 Niveles de emergencia	12
2.1.4 Organización de la respuesta a los niveles de emergencia	14
2.1.5 Elaboración de un plan de respuesta a emergencia	17
2.2 Marco conceptual	20
2.2.1 Alerta	20

2.2.2	Amenaza	20
2.2.3	Brigada de emergencia	20
2.2.4	Control de riesgos	20
2.2.5	Cultura de prevención	20
2.2.6	Emergencia minera	20
2.2.7	Emergencia	21
2.2.8	Impacto	21
2.2.9	Plan de Preparación y Respuesta ante Emergencias (PPRE)	21
2.2.10	Riesgo	21
Capítulo III. Desarrollo del trabajo de investigación		22
3.1	Unidad de estudio	22
3.1.1	Ubicación y accesibilidad del proyecto	22
3.1.2	Métodos de minado	23
3.1.3	Ciclo de minado.....	25
3.2	Plan de Preparación y Respuesta a Emergencias – PPRE	28
3.2.1	Niveles de emergencia para el desarrollo del plan	28
3.2.2	Organización de la respuesta a los niveles de emergencias.....	31
3.2.3	Comunicaciones internas y externas incluyendo a comunidades y autoridades competentes	39
3.3	Protocolos de respuesta a emergencias.....	45
3.3.1	Protocolo ante lesión crítica.....	45
3.3.2	Protocolo en caso de incendio en Interior mina	46
3.3.3	Protocolo en caso de Personal atrapado en frente ciego por incendio de equipo o vehículo móvil.....	47
3.3.4	Protocolo por caída de roca y derrumbe.....	49
3.3.5	Protocolo ante explosiones no planificadas	53
3.3.6	Protocolo ante derrames de materiales peligrosos	56
3.3.7	Protocolo ante incendio en superficie	57

3.3.8	Protocolo de respuesta ante deslizamientos y/o colapso de taludes	58
3.3.9	Operaciones de recuperación.....	59
3.4	Entrenamientos y simulacros.....	61
3.4.1	Entrenamiento de respuesta a emergencias.....	61
3.4.2	Prueba de respuesta de emergencia.....	62
3.4.3	Mejora continua.....	65
3.4.4	Costos de implementación del PPRE	66
Capítulo IV. Análisis e interpretación de resultados		67
4.1	Evaluación de resultados	67
4.1.1	Tiempos de respuesta	67
4.1.2	Consecuencias humanas	67
4.1.3	Costos asociados a emergencias.....	68
4.1.4	Indicadores de seguridad	68
4.2	Validación de hipótesis.....	70
Conclusiones		73
Recomendaciones		74
Referencias bibliográficas.....		75
Anexos		77

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 : Matriz de consistencia.....	5
Tabla 2 : Comparación de niveles de emergencia	14
Tabla 3 : Funciones clave por niveles de emergencia.....	17
Tabla 4 : Parámetros de perforación para chimenea slot	26
Tabla 5 : Parámetros de voladura para chimenea slot	26
Tabla 6 : Parámetros y rendimiento de voladura.....	27
Tabla 7 : Comité de Operaciones de Emergencias – COE.....	33
Tabla 8 : Responsabilidades del COE	34
Tabla 9 : SAE – Sistema de alerta a emergencias en mina.....	43
Tabla 10: FIREWATCH – Detección contra incendios en mina.....	44
Tabla 11: Tabla de extinción de incendio por tipo de fuego	47
Tabla 12: Refugios mineros móviles y estacionarios en mina	51
Tabla 13: Cronograma de ejercicios propuestos	63
Tabla 14: Programa de simulacros	64
Tabla 15: Resumen global de costos	66
Tabla 16: Costos de implementación de elementos de salvataje minero	66
Tabla 17: Reducción de tiempos críticos de respuesta	67
Tabla 18: Reducción de consecuencias humanas	68
Tabla 19: Reducción de costos asociados a emergencias.....	68
Tabla 20: Mejora en indicadores de seguridad	69
Tabla 21: Mejora en indicadores de seguridad	69
Tabla 22: Mejora en indicadores de seguridad	71

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 : Mapa de ubicación del proyecto minero	22
Figura 2 : Vista isométrica del método de minado Breasting.....	23
Figura 3 : Vista isométrica del método de minado Sub Level Stoping	25
Figura 4 : Flujo de activación por nivel de emergencia.....	30
Figura 5 : Comité de Crisis – Nivel de emergencia III.....	37
Figura 6 : Flujograma de comunicaciones internas	40
Figura 7 : Refugio minero movil para 20 personas.....	51
Figura 8 : Refugio minero estacionario para 24 personas	52
Figura 9 : Autorescatador marca ASTTAR modelo K.SB30	53
Figura 10: Prueba t pareada de las muestras	71

Introducción

La minería subterránea, por su naturaleza compleja y de alto riesgo, requiere sistemas de gestión de emergencias robustos que permitan una respuesta rápida y eficaz ante incidentes críticos. Dentro de esta dinámica, el desempeño de las brigadas de emergencia representa un factor decisivo para garantizar la seguridad del personal, la continuidad de las operaciones y el cumplimiento de la normativa vigente.

Este trabajo de investigación está estructurado en cuatro capítulos que abordan de manera progresiva y sistemática la problemática, el marco conceptual, la implementación operativa y el análisis evaluativo de estrategias de gestión de emergencias en entornos mineros subterráneos.

En el Capítulo I, se presenta la parte introductoria del estudio, donde se describe el problema de investigación, los objetivos general y específicos, las hipótesis planteadas y la operacionalización de las variables de estudio. Además, se incluyen antecedentes nacionales e internacionales que respaldan la relevancia del tema y justifican la necesidad de fortalecer las capacidades de respuesta ante emergencias en el sector minero.

El Capítulo II desarrolla el marco teórico y conceptual, en el que se abordan temas clave como la estructura de los planes de emergencia, los aspectos legales aplicables, la clasificación de niveles de emergencia y la organización interna para atenderlos. También se exploran los fundamentos del diseño de un Plan de Respuesta ante Emergencias y se definen los conceptos principales que orientan la investigación.

En el Capítulo III, se detalla el desarrollo del trabajo de campo, iniciando con la caracterización de la unidad de estudio, incluyendo ubicación, métodos y ciclo de minado. A continuación, se describe la implementación del Plan de Preparación y Respuesta ante Emergencias (PPRE), los protocolos específicos para distintos tipos de eventos críticos (como incendios, derrumbes o explosiones), y el diseño del programa de entrenamientos, simulacros y mejora continua.

Finalmente, el Capítulo IV se enfoca en el análisis y discusión de los resultados, a través de indicadores clave relacionados con tiempos de respuesta, consecuencias humanas, costos operacionales, cumplimiento normativo, desempeño en seguridad y cultura organizacional.

Este estudio busca ofrecer un modelo integral de gestión de emergencias adaptado al entorno minero subterráneo, con base en evidencia, estructura técnica y enfoque preventivo. La integración de estos elementos permitirá no solo mejorar la capacidad de respuesta, sino también mitigar impactos operativos y sociales.

Capítulo I. Parte introductoria del trabajo

1.1 Descripción del problema de investigación

La minería subterránea es una de las actividades industriales con mayor exposición a riesgos críticos, donde eventos como derrumbes, incendios, explosiones, intoxicaciones por gases, inundaciones o fallas eléctricas pueden desencadenar emergencias de gran gravedad. En este entorno, la capacidad de reacción inmediata y efectiva ante una contingencia se convierte en un factor determinante para la protección de la vida humana, la integridad de las instalaciones y la continuidad de las operaciones.

Sin embargo, múltiples estudios y reportes técnicos en América Latina han evidenciado importantes deficiencias en los sistemas de respuesta ante emergencias, particularmente en el desempeño operativo de las brigadas de primera intervención. Según datos del Observatorio de Seguridad y Salud en el Trabajo de la OIT (2023), más del 60% de los accidentes graves en minas subterráneas se ven agravados por respuestas tardías, descoordinadas o carentes de equipos adecuados, lo que refleja limitaciones estructurales en la preparación del personal y en la gestión organizativa de emergencias.

En Perú, la Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral (SUNAFIL) reportó que durante el periodo 2020-2023 se registraron más de 200 eventos críticos en operaciones mineras subterráneas, de los cuales un 35% correspondió a incidentes donde se detectaron fallas en la actuación de brigadas o ausencia de protocolos específicos, contribuyendo al agravamiento de lesiones, pérdidas humanas o daños materiales. A estos impactos directos se suman las consecuencias económicas derivadas de las sanciones administrativas.

El marco legal peruano en materia de seguridad y salud ocupacional establece obligaciones claras para los titulares mineros respecto a la prevención y respuesta ante emergencias. Sin embargo, el incumplimiento de estas disposiciones puede acarrear multas significativas. Según la misma entidad, las multas impuestas por incidentes críticos en minería superaron los S/ 25 millones entre 2020 y 2023, afectando principalmente a

empresas que no acreditaron la existencia o correcta implementación de sistemas de respuesta, ni el entrenamiento adecuado del personal encargado de la atención inicial.

Además, la interrupción de actividades como consecuencia de emergencias también representa un impacto directo en los indicadores de producción y rentabilidad. Estudios del Instituto de Ingenieros de Minas del Perú (IIMP) indican que una parada no programada por emergencia puede generar pérdidas diarias de hasta USD 250,000 en operaciones de mediana escala, monto que se incrementa exponencialmente en operaciones de gran escala con flujos productivos continuos.

La situación se agrava cuando se considera que, en muchos casos, las brigadas internas de emergencia no cuentan con un esquema de entrenamiento regular, protocolos claros para cada tipo de evento, ni mecanismos de comunicación eficaces en ambientes subterráneos. Asimismo, existen brechas significativas en la capacidad de respuesta colectiva, producto de la desactualización de los planes de emergencia, falta de prácticas periódicas, o rotación de personal sin procesos de reentrenamiento adecuados.

En este contexto, la limitada capacidad de respuesta ante emergencias en operaciones subterráneas no solo pone en riesgo la vida de los trabajadores, sino que también genera consecuencias legales, económicas y reputacionales para las empresas mineras. La acumulación de fallas en los sistemas de atención, ya sea por causas organizativas, técnicas o formativas, constituye un problema estructural que aún persiste en muchas unidades operativas del país.

De lo anterior descrito anteriormente, se plantean las siguientes interrogantes:

¿Cómo influye la deficiente capacidad de respuesta de las brigadas de emergencia en el incremento del riesgo operativo y en los tiempos de atención ante incidentes en minería subterránea?

¿En qué medida la falta de capacitación continua y la baja frecuencia de simulacros afectan la eficacia de las brigadas en situaciones de emergencia dentro de operaciones mineras subterráneas?

¿Cómo incide la inadecuada gestión de emergencias en el aumento de sanciones, multas y pérdidas económicas asociadas a la paralización de actividades en una operación minera subterránea?

1.2 Objetivo

1.2.1 Objetivo general

Analizar el impacto que tiene el desempeño actual de las brigadas de emergencia sobre la reducción del riesgo operativo y los tiempos de respuesta ante incidentes críticos en minería subterránea.

1.2.2 Objetivos específicos

- Evaluar el nivel de capacitación y la frecuencia de los simulacros en las brigadas de emergencia, con el fin de determinar su influencia en la efectividad de la respuesta durante eventos reales.
- Identificar y cuantificar las consecuencias económicas derivadas de una gestión deficiente de emergencias, incluyendo multas, sanciones y pérdidas por paradas no programadas.

1.3 Hipótesis

1.3.1 Hipótesis general

Una mayor capacidad de respuesta de las brigadas de emergencia reducirá significativamente el riesgo operacional y los tiempos de intervención ante emergencias en minería subterránea.

1.3.2 Hipótesis específicas

- La implementación regular de capacitaciones y simulacros mejorará notablemente la eficiencia operacional de las brigadas de emergencia frente a incidentes críticos.
- La corrección de deficiencias en la gestión de emergencias reducirá el riesgo de sanciones administrativas y genera pérdidas económicas importantes debido a la interrupción de las operaciones mineras.

1.4 Operacionalización de variables

1.4.1 Variable independiente (V.I)

X1: Plan de Preparación y Respuesta a Emergencias – PPRE.

- Cobertura de escenarios de riesgo.
- Definición de roles y responsabilidades.
- Procedimientos operativos establecidos.
- Nivel de conocimiento del personal sobre el plan.

1.4.2 Variable dependiente (V.D)

Y1: Respuesta a emergencias.

- Éxito de simulacros
- Certificación de brigadistas
- Tasas de fatalidad (simulada)
- Numero de lesiones

Engagement del personal Y2: Eficiencia operativa de las brigadas de emergencia.

- Tiempo de evacuación
- Tiempo de activación del plan
- Tiempo de atención
- Tiempo de localización

Y3: Impacto económico por sanciones y pérdidas operativas.

- N° de paradas no planificadas
- Costos por atención medica externa
- Costos por multas normativas

Tabla 1

Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	INDICADORES
<p>Problema General</p> <p>¿Cómo influye la deficiente capacidad de respuesta de las brigadas de emergencia en el incremento del riesgo operativo y en los tiempos de atención ante incidentes en minería subterránea?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Analizar el impacto que tiene el desempeño actual de las brigadas de emergencia sobre la reducción del riesgo operativo y los tiempos de respuesta ante incidentes críticos en minería subterránea.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>Una mayor capacidad de respuesta de las brigadas de emergencia reducirá significativamente el riesgo operacional y los tiempos de intervención ante emergencias en minería subterránea.</p>	<p>Y0: Dependiente / Efecto</p> <p>Respuesta a emergencias.</p>	<p>Éxito de simulacros (95%). Certificación de brigadistas (82%). Tasas de fatalidad (simulada – 0%). Numero de lesiones (70%). Engagement del personal (90%).</p>
<p>Problema específico 1</p> <p>¿En qué medida la falta de capacitación continua y la baja frecuencia de simulacros afectan la eficacia de las brigadas en situaciones de emergencia dentro de operaciones mineras subterráneas?</p>	<p>Objetivo específico 1</p> <p>Evaluar el nivel de capacitación y la frecuencia de los simulacros en las brigadas de emergencia, con el fin de determinar su influencia en la efectividad de la respuesta durante eventos reales.</p>	<p>Hipótesis específica 1</p> <p>La implementación regular de capacitaciones y simulacros mejorará notablemente la eficiencia operacional de las brigadas de emergencia frente a incidentes críticos.</p>	<p>X1: Independiente / Causa</p> <p>Plan de Preparación y Respuesta a Emergencias – PPRE.</p>	<p>Tiempo de evacuación (6 min). Tiempo de activación del plan (1.5 min). Tiempo de atención (3.5 min) Tiempo de localización (2 min)</p>
<p>Problema específico 2</p> <p>¿Cómo incide la inadecuada gestión de emergencias en el aumento de sanciones, multas y pérdidas económicas asociadas a la paralización de actividades en una operación minera subterránea?</p>	<p>Objetivo específico 2</p> <p>Identificar y cuantificar las consecuencias económicas derivadas de una gestión deficiente de emergencias, incluyendo multas, sanciones y pérdidas por paradas no programadas.</p>	<p>Hipótesis específica 2</p> <p>La corrección de deficiencias en la gestión de emergencias reducirá el riesgo de sanciones administrativas y genera pérdidas económicas importantes debido a la interrupción de las operaciones mineras.</p>	<p>Y2: Dependiente / Efecto</p> <p>Impacto económico por sanciones y pérdidas operativas.</p>	<p>Nº de paradas no planificadas (55%). Costos por atención medica externa (62%). Costos por multas normativas (0.00 soles).</p>

Fuente: Elaboración propia

1.5 Antecedentes referenciales

1.5.1 Antecedentes internacionales

Adjiski, V. et al (2015). Simulation and optimization of evacuation routes in case of fire in underground mines. Este estudio utiliza modelos de simulación 3D e incluye un conjunto de escenarios de incendio basados en una base de datos construida ad hoc, considerando dimensiones reales del yacimiento. Aplicaron algoritmos Monte-Carlo y dinámica de flujo de humo para estimar efectos del fuego sobre ocupantes, obteniendo tiempos de evacuación y exposición a contaminantes como CO. Se analizaron variables como densidad de personas, velocidad de evacuación y tiempo de reacción previa. Finalmente, identificaron rutas óptimas, demostrando que la modelación avanzada puede reducir tiempos de evacuación y exposición tóxica —mejorando simultáneamente la seguridad y la eficiencia operativa. La integración de simulaciones con algoritmos de optimización resultó en rutas que maximizan la supervivencia y reducen costes.

Kowalski-Trakofler, K. M. et al (2010). A study of first moments in underground mine emergency response. La investigación se basó en 7 grupos focales y 10 entrevistas a rescatistas, equipos y expertos en minería subterránea de EE.UU., abarcando situaciones como explosiones, inundaciones e incendios. Analizaron detalladamente los primeros minutos luego del incidente, identificando componentes críticos: planificación, entrenamiento, calidad de comunicación, liderazgo, confianza y factores personales. La metodología cualitativa refleja cómo estos factores intervienen en la respuesta efectiva inicial. El estudio concluye resaltando la necesidad de priorizar una comunicación robusta y un liderazgo claro en esas fases iniciales, recomendando planes de emergencia diseñados en torno a estos elementos clave.

Salami, O. B. et al. (2023). Underground mining fire hazards and the optimization of emergency evacuation strategies (EES). Este trabajo es una revisión exhaustiva que analiza peligros térmicos y no térmicos en minas subterráneas, como el calor y los gases tóxicos (CO), y cómo interactúan con los sistemas de ventilación. Se describe críticamente el estado actual de la investigación —modelado CFD, simulaciones numéricas,

herramientas basadas en agentes— evaluando ventajas y limitaciones. Además, identifica variables clave que influyen en la eficiencia de evacuación (densidad de ocupación, ventilación, CO, temperatura) y propone integrar soluciones inteligentes (ventilación adaptativa, rutas dinámicas, sistemas basados en agentes) para mejorar la seguridad y optimizar los planes de evacuación .

1.5.2 Antecedentes nacionales

Martínez, J. A. (2022). Diseño y aplicación del plan de preparación y respuesta para emergencias en la prevención de riesgos a la salud y seguridad en la E.C.M. Urqu S.A.C. – Compañía Minera Lincuna S.A. Este estudio desarrolla un plan de emergencia específico para la empresa Urqu S.A.C., orientado a prevenir y mitigar riesgos laborales en minería subterránea. La metodología fue de tipo aplicada, exploratoria y correlacional, y combinó revisión documental, análisis de riesgos y aplicación práctica en brigadas, equipos de comunicación, simulacros y capacitaciones periódicas. Como resultados, se evidenció una mejora en la coordinación y capacidad de respuesta, disminución del riesgo a la salud y seguridad, y se estableció una estructura clara para la movilización durante emergencias. Los simulacros mensuales y trimestrales permitieron validar la hipótesis de que un plan bien diseñado fortalece la capacidad de reacción del personal.

Meneses, J.M. (2020). Plan de preparación y respuesta a emergencias para minimizar los riesgos a la salud, seguridad y medio ambiente en las minas del Perú

Este trabajo investigativo, de tipo aplicada y explicativa, fue realizado en la UNCP y analizó indicadores de salud, seguridad y medio ambiente en una muestra de cinco grandes minas peruanas (Buenaventura, Coimolache, Retamas, Yanacocha y Barrick Misquichilca). Utilizando análisis estadístico (prueba Chi-Cuadrado), comparó presencia o ausencia de planes de emergencias con niveles de riesgo. Los hallazgos mostraron que la existencia y aplicación de un plan de emergencias reduce significativamente los riesgos ocupacionales y ambientales (Chi-cuadrado observada < significativa), confirmando la efectividad del plan como variable defensora de la seguridad.

Rojas, L. J. (2018). Propuesta de implementación del plan de preparación y respuesta a emergencias para minimizar impactos en la unidad minera – Apurímac. La tesis plantea un plan PRE para la Unidad Minera en Apurímac, diseñado e implementado con base en normativa nacional (D.S. 055-2010-EM, Ley 29783) y estándares de gestión. Empleó métodos descriptivos —revisión normativa, análisis de riesgos y encuestas— y aplicó simulacros y programas de capacitación durante 2017–2018. Los resultados muestran mayor claridad en roles, mejor comprensión del PRE por supervisores y operarios, y la recomendación de una revisión anual del plan como parte de la mejora continua.

Capítulo II. Marcos teórico y conceptual

2.1 Marco teórico

2.1.1 Planes de emergencia

2.1.1.1 Fundamentos generales de los planes de emergencia. Un plan de emergencia es un documento formal que permite organizar anticipadamente los recursos, procedimientos y roles que se activarán ante la ocurrencia de un evento crítico. Su objetivo es salvaguardar la vida humana, proteger los activos de la organización y garantizar la continuidad de las operaciones. Está basado en la teoría del ciclo de gestión de emergencias, que contempla cuatro fases fundamentales: prevención, preparación, respuesta y recuperación (Alexander, 2002).

Estos planes deben estar diseñados según las características del entorno y los riesgos específicos de la operación. En el caso de la minería subterránea, los planes deben incluir protocolos ante escenarios como: explosiones de gases, derrumbes, incendios, intoxicaciones por CO y fallas eléctricas. La planificación adecuada reduce significativamente la incertidumbre y permite una respuesta rápida y coordinada.

2.1.1.2 Gestión del riesgo como base del plan de emergencias. Todo plan de emergencia debe sustentarse en un análisis integral de riesgos. Según la norma ISO 31000, la gestión del riesgo implica la identificación de peligros, evaluación de consecuencias y establecimiento de controles preventivos y reactivos. Este marco se adapta a las operaciones mineras considerando factores geomecánicos, condiciones atmosféricas, flujos de trabajo y exposición humana.

Un análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos (por matrices o mapas de calor) permite priorizar escenarios críticos y asignar recursos de manera eficiente, lo que contribuye a la construcción de planes específicos y sostenibles.

2.1.1.3 Normas y marco legal para planes de emergencia en minería. En el contexto peruano, la elaboración e implementación de planes de emergencia en minería subterránea está normada por el D.S. N.º 024-2016-EM, que forma parte del Reglamento

de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería. Esta norma exige que todas las unidades operativas cuenten con un Plan de Preparación y Respuesta ante Emergencias (PPRE) actualizado, validado mediante simulacros, y adaptado a los riesgos específicos de la mina.

Este plan debe incluir: inventario de riesgos, procedimientos de respuesta, brigadas, responsables designados, rutas de evacuación, puntos de encuentro, plan de comunicación, y acciones de recuperación post-evento.

2.1.1.4 Planes de emergencia como parte del sistema de gestión en seguridad y salud (ISO 45001). La norma ISO 45001:2018 establece los requisitos de un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional, e incorpora como obligación la identificación de escenarios de emergencia potenciales y la planificación de la respuesta correspondiente. Además, exige que se realicen simulacros periódicos y que los planes sean revisados, medidos y mejorados continuamente.

Esta norma introduce el enfoque de mejora continua mediante el ciclo PHVA (Planear-Hacer-Verificar-Actuar), lo que asegura que el plan se mantenga vigente frente a los cambios en procesos, personal, equipos o riesgos.

2.1.1.5 Teoría de la planificación por escenarios y ejercicios prácticos (simulacros). La planificación por escenarios consiste en anticipar distintos tipos de emergencia y desarrollar planes específicos para cada uno. Esta teoría sostiene que la efectividad de un plan no se prueba en su redacción, sino en su puesta en práctica a través de simulacros. Estos permiten detectar errores, tiempos de reacción, problemas de comunicación y debilidades organizativas.

Perry y Lindell (2007) argumentan que un simulacro bien diseñado ayuda a consolidar el aprendizaje organizacional, eleva la confianza del personal y facilita la cultura de prevención.

2.1.1.6 Gestión de crisis y comunicación en emergencias. Una dimensión crítica del plan de emergencia es la comunicación. Según Haddow et al. (2017), en situaciones de crisis, los errores en la transmisión de información pueden tener consecuencias fatales. Por ello, el plan debe contemplar canales alternos de

comunicación, sistemas de alarma visual y sonora, y un esquema jerárquico claro para la toma de decisiones en campo.

Los autores sostienen que la efectividad en la comunicación es directamente proporcional al grado de entrenamiento y a la claridad de roles definidos previamente.

2.1.2 Aspectos legales

Constitución Política del Perú (1993).

Establece, en su artículo 2 inciso 1, el derecho fundamental a la vida y a la integridad física, y en el artículo 23 el derecho a condiciones de trabajo seguras y dignas. Estos principios constitucionales obligan al Estado y a los empleadores a garantizar la protección de la vida de los trabajadores ante cualquier riesgo, lo que incluye contar con planes de emergencia.

Ley N.º 29783 – Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Es la norma marco que regula las obligaciones generales de empleadores y trabajadores en cuanto a la prevención de riesgos laborales. La ley obliga a las empresas a identificar peligros, evaluar riesgos y establecer medidas preventivas, incluyendo la implementación de planes de emergencia. En su artículo 28, se establece la obligación de elaborar un Plan de Preparación y Respuesta ante Emergencias. Además, la norma exige realizar simulacros periódicos y capacitar a los trabajadores.

Reglamento Seguridad, Salud Ocupacional en Minería – D.S. N.º 012-2017-DE.

Es la norma sectorial más importante en minería. Define las responsabilidades de las empresas mineras respecto a la seguridad de las operaciones.

- El artículo 89 indica que toda unidad minera debe contar con un Plan de Preparación y Respuesta ante Emergencias (PPRE).
- El artículo 91 menciona que dicho plan debe contemplar la organización de brigadas, entrenamiento, simulacros, señalización, rutas de evacuación y comunicación.

- El artículo 107 establece que la supervisión de la ejecución del plan y su actualización es responsabilidad directa de la gerencia.

Decreto Supremo N.º 005-2012-TR – Reglamento de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Complementa la Ley 29783 e incluye disposiciones específicas sobre emergencias. En su artículo 55 señala que toda empresa debe implementar un plan de emergencia y evacuación, considerando condiciones específicas del centro de trabajo, y debe realizar simulacros por lo menos una vez al año.

Normas técnicas internacionales complementarias.

- ISO 45001:2018 – Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Exige la identificación de posibles situaciones de emergencia y la planificación de respuestas efectivas. Incluye el ciclo PHVA (Planear-Hacer-Verificar-Actuar) y destaca la mejora continua de los planes.
- ISO 22320:2018 – Gestión de emergencias. Define requisitos para una respuesta eficiente y estructurada ante emergencias, centrada en roles de mando, comunicación y coordinación multiagencial.

2.1.3 Niveles de emergencia

En el contexto de gestión de emergencias en minería subterránea, los niveles de emergencia permiten clasificar los incidentes según su gravedad, alcance, impacto en la operación y capacidad de respuesta requerida. Esta clasificación facilita la activación de protocolos adecuados, la movilización de recursos y la comunicación con las autoridades.

A continuación, se presenta una clasificación estándar de niveles de emergencia, que puede adaptarse al contexto minero y está alineada con la normativa peruana (D.S. N.º 012-2017-DE), la Ley N.º 29783 y buenas prácticas internacionales (ISO 22320).

2.1.3.1 Nivel I: Emergencia Local (Menor o Controlada). Evento que puede ser controlado con los recursos disponibles en el área afectada, sin requerir la evacuación total ni poner en riesgo vidas humanas.

Ejemplos:

- Cortocircuito sin propagación de fuego.
- Lesión leve de un trabajador.
- Pequeñas filtraciones de agua.

Respuesta:

Es atendida por el personal operativo o la brigada interna del turno.

Notificación:

A jefe inmediato y supervisores del área.

Objetivo:

Contener la emergencia sin afectar el desarrollo normal de las operaciones.

2.1.3.2 Nivel II: Emergencia Parcial o Moderada. Evento que requiere la intervención de brigadas de emergencia organizadas, con posibilidad de evacuación parcial o interrupción de parte de la operación.

Ejemplos:

- Incendio localizado en una galería secundaria.
- Derrumbe parcial sin personas atrapadas.
- Presencia de gases en concentraciones superiores a lo permitido.

Respuesta:

Activación parcial del Plan de Emergencia y brigadas especializadas (rescate, primeros auxilios, control de incendios).

Notificación:

A la Gerencia de Operaciones, Seguridad y a la Autoridad Local Minera si aplica.

Objetivo:

Controlar el evento con impacto limitado y evitar su escalamiento.

2.1.3.3 Nivel III: Emergencia Mayor o Generalizada. Evento grave que compromete directamente la seguridad de los trabajadores, afecta significativamente la infraestructura y requiere evacuación general o intervención externa.

Ejemplos:

- Incendio fuera de control.
- Explosión de gas o polvo.
- Derrumbe con atrapados.
- Inundación súbita.

Respuesta:

Activación total del Plan de Emergencias. Se requiere coordinación con:

- Cuerpo General de Bomberos
- Unidad de Rescate Minero
- Policía Nacional del Perú
- SUNAFIL, OSINERGMIN, y otros entes reguladores

Notificación:

Inmediata a autoridades competentes según protocolo legal.

Objetivo:

Salvaguardar vidas, contener la propagación del daño, y restablecer el control de la situación lo antes posible.

Tabla 2

Comparación de niveles de emergencia

Nivel	Gravedad	Evacuación	Respuesta	Impacto operativo
Nivel I	Leve	No	Interna (área local)	Nulo o muy bajo
Nivel II	Moderado	Parcial	Brigadas organizadas	Parcial
Nivel III	Grave	General	Brigadas + entidades externas	Alto / suspensión total

Fuente: Elaboración propia

2.1.4 Organización de la respuesta a los niveles de emergencia

La eficacia de un Plan de Preparación y Respuesta ante Emergencias (PPRE) en minería subterránea depende de una estructura organizacional clara, jerárquica y flexible, capaz de activarse inmediatamente tras detectarse un incidente. La respuesta debe adaptarse al nivel de emergencia declarado (I, II o III) y debe contemplar funciones

específicas, líneas de comunicación, recursos, protocolos y tiempos de reacción preestablecidos.

A continuación, se describe cómo debe organizarse la respuesta operativa según el nivel de emergencia:

2.1.4.1 Nivel I – Emergencia Local (Controlada por área).

Responsables de respuesta:

- Supervisor de guardia del área afectada
- Personal operativo inmediato
- Miembros del equipo de seguridad presentes en la zona

Organización:

- Activación de protocolos internos locales
- Evaluación inicial de daños
- Comunicación con el Jefe de Seguridad
- Registro en el libro de incidentes

Recursos involucrados:

- Botiquín y extintores de zona
- Equipos de comunicación (radios VHF/UHF)
- Procedimientos de corrección menores

Tiempo de atención esperado:

<15 minutos

2.1.4.2 Nivel II – Emergencia Parcial

Responsables de respuesta:

- Coordinador de Seguridad y Salud Ocupacional
- Jefes de Brigadas (rescate, incendios, primeros auxilios)
- Supervisor general de turno
- Médico ocupacional o paramédico

Organización:

- Activación parcial del PPRE

- Movilización de una o más brigadas según el evento
- Establecimiento de un punto de control de emergencias (PCE)
- Evaluación técnica preliminar del escenario
- Comunicación con el Comité de Seguridad y autoridades locales si corresponde

Recursos involucrados:

- Equipos autónomos de respiración (ERA)
- Camillas, desfibriladores, botiquín avanzado
- Equipos de rescate (herramientas neumáticas o manuales)
- Vehículo de evacuación (ambulancia interna)

Tiempo de respuesta esperado:

<30 minutos

2.1.4.3 Nivel III – Emergencia Mayor (Generalizada)

Responsables de respuesta:

- Comité de Crisis o Comité de Emergencias de la Unidad Minera
- Gerente de Operaciones
- Coordinador General de Brigadas
- Responsables de Relaciones Comunitarias y RR.HH.
- Autoridades externas: OSINERGMIN, SUNAFIL, Policía Nacional, Cuerpo de Bomberos

Organización:

- Activación total del PPRE
- Instalación del Centro de Comando de Emergencia (CCE)
- Declaración formal del nivel III a autoridades regulatorias
- Coordinación con entidades externas (bomberos, hospitales, PNP, UGEL si aplica)
- Activación del protocolo de comunicación corporativa y prensa
- Registro de víctimas, daños, evacuaciones y recursos utilizados
- Evaluación de impacto post-evento y plan de recuperación

Recursos involucrados:

- Planos de evacuación y control
- Comunicaciones redundantes (radio, satelital, teléfonos)
- Equipos de ventilación, cortinas de humo, detectores de gases
- Recursos externos: helicópteros, ambulancias públicas, hospitales referenciales

Tiempo de respuesta esperado:

<60 minutos hasta estabilización del evento

Tabla 3*Funciones clave por niveles de emergencia*

FUNCIÓN	NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III
Activación del plan	Supervisor del área	Coordinador de Seguridad	Gerencia / Comité de Emergencias
Comunicación inicial	Interna	Interna + Jefatura de Seguridad	Interna + Autoridades + Comunidad externa
Brigadas	No necesariamente	Brigadas internas especializadas	Brigadas internas + entidades externas
Intervención de operaciones	Local	Parcial (una o más áreas)	Total (cierre general)
Registro y reporte	Informe del supervisor	Informe técnico con acta de brigada	Informe oficial + reporte a autoridades

Fuente: Elaboración propia

2.1.5 Elaboración de un plan de respuesta a emergencia

Tiene como objetivo establecer procedimientos técnicos y organizativos para prevenir, responder y mitigar los efectos de emergencias dentro de la operación minera subterránea, salvaguardando la vida, el medio ambiente, los activos y la continuidad operacional.

Estructura del Plan de Emergencia.**Diagnóstico inicial:**

- Identificación de peligros y evaluación de riesgos (IPER): Derrumbes, incendios, gases tóxicos, fallas eléctricas, inundaciones, explosiones.
- Análisis del entorno operativo: Profundidad de la mina, número de trabajadores por turno, condiciones de ventilación, zonas críticas.
- Revisión de incidentes históricos: Frecuencia y severidad de emergencias pasadas.

- Herramienta técnica sugerida: Matriz de riesgos con criterios de severidad y probabilidad.

Objetivos del plan:

- Minimizar el riesgo a la vida y salud de los trabajadores.
- Reducir daños materiales y ambientales.
- Establecer protocolos claros de actuación.
- Garantizar la coordinación con brigadas y entidades externas.

Organización de la emergencia:

- Comité de Emergencia: Gerente de operaciones, jefe de seguridad, jefe médico, coordinador de brigadas.
- Brigadas internas: Primeros auxilios, incendios, rescate, evacuación, apoyo logístico.
- Roles y responsabilidades: Definidos por jerarquía operativa y turnos de trabajo.
- Recurso complementario: Organigrama funcional de emergencias.

Clasificación de emergencias:

- Establecer niveles I, II y III, con criterios de:
 - Gravedad del evento
 - Afectación humana
 - Necesidad de evacuación
 - Requiere o no ayuda externa

Procedimientos operativos de respuesta:

- Diseñar protocolos para cada tipo de emergencia:
 - Incendio subterráneo
 - Derrumbe con atrapados
 - Presencia de gases tóxicos
 - Inundación
 - Explosión de explosivos

- Cada procedimiento debe incluir:
 - Activación del sistema de alarma
 - Secuencia de evacuación
 - Uso de EPP y equipos de rescate
 - Comunicación interna y externa
 - Reunión en puntos seguros

Rutas y puntos de evacuación:

- Diseño de mapas de evacuación por galería, nivel y zona de trabajo.
- Señalización fotoluminiscente y códigos de colores.
- Verificación de accesibilidad y mantenimiento periódico de rutas.

Sistemas de comunicación de emergencia:

- Radios VHF/UHF intrínsecamente seguros.
- Alarma sonora y visual en cada zona.
- Protocolo de contacto con bomberos, OSINERGMIN, SUNAFIL, hospitales.

Simulacros y entrenamiento:

- Periodicidad: Mínimo 1 simulacro trimestral (según D.S. 024-2016-EM).
- Tipos: Parcial (por área), general (toda la mina), nocturno, multirriesgo.
- Evaluación: Formularios con tiempos de respuesta, cumplimiento de procedimientos, errores detectados.

Recursos disponibles:

- Equipos de emergencia: ERA (Equipos de Respiración Autónoma), detectores de gases, camillas, botiquines, extintores.
- Infraestructura de apoyo: puntos de encuentro, refugios, centros de atención médica, vehículos de evacuación.

Registro, evaluación y mejora continua:

- Formatos de reporte post-emergencia y post-simulacro.
 - Tiempo de respuesta

- Porcentaje de cumplimiento de procedimientos
- Tasa de errores cometidos
- Satisfacción del personal (encuestas)
- Revisión anual del plan o tras una emergencia real.

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Alerta

Es el aviso previo que se emite cuando se detecta una condición o evento que podría convertirse en una emergencia, permitiendo activar medidas de prevención o respuesta.

2.2.2 Amenaza

Es un evento potencialmente dañino, de origen natural, tecnológico u operacional, que puede afectar la salud, la vida, el ambiente o la infraestructura.

2.2.3 Brigada de emergencia

Grupo organizado y capacitado de trabajadores encargados de actuar ante situaciones de emergencia, como incendios, rescates, evacuaciones o primeros auxilios.

2.2.4 Control de riesgos

Conjunto de acciones técnicas, administrativas o humanas orientadas a reducir la probabilidad o el impacto de un riesgo identificado.

2.2.5 Cultura de prevención

Es el conjunto de valores, actitudes y prácticas compartidas en una organización que promueven la seguridad, la anticipación del peligro y el cumplimiento de medidas preventivas.

2.2.6 Emergencia minera

Situación crítica e inesperada que ocurre durante actividades mineras, y que compromete la seguridad de los trabajadores, las operaciones o el ambiente, como derrumbes, explosiones o inundaciones.

2.2.7 Emergencia

Evento repentino que requiere acción inmediata para proteger la vida, los bienes o el entorno, y que puede alterar la continuidad normal de las actividades.

2.2.8 Impacto

Consecuencia o efecto generado por un evento o emergencia, que puede ser físico, humano, ambiental, técnico o económico.

2.2.9 Plan de Preparación y Respuesta ante Emergencias (PPRE)

Documento técnico que establece los procedimientos, roles, recursos y acciones que se deben implementar antes, durante y después de una emergencia.

2.2.10 Riesgo

Es la probabilidad de que ocurra un evento dañino (amenaza), combinado con la gravedad de sus consecuencias sobre personas, activos o el medio ambiente.

Capítulo III. Desarrollo del trabajo de investigación

3.1 Unidad de estudio

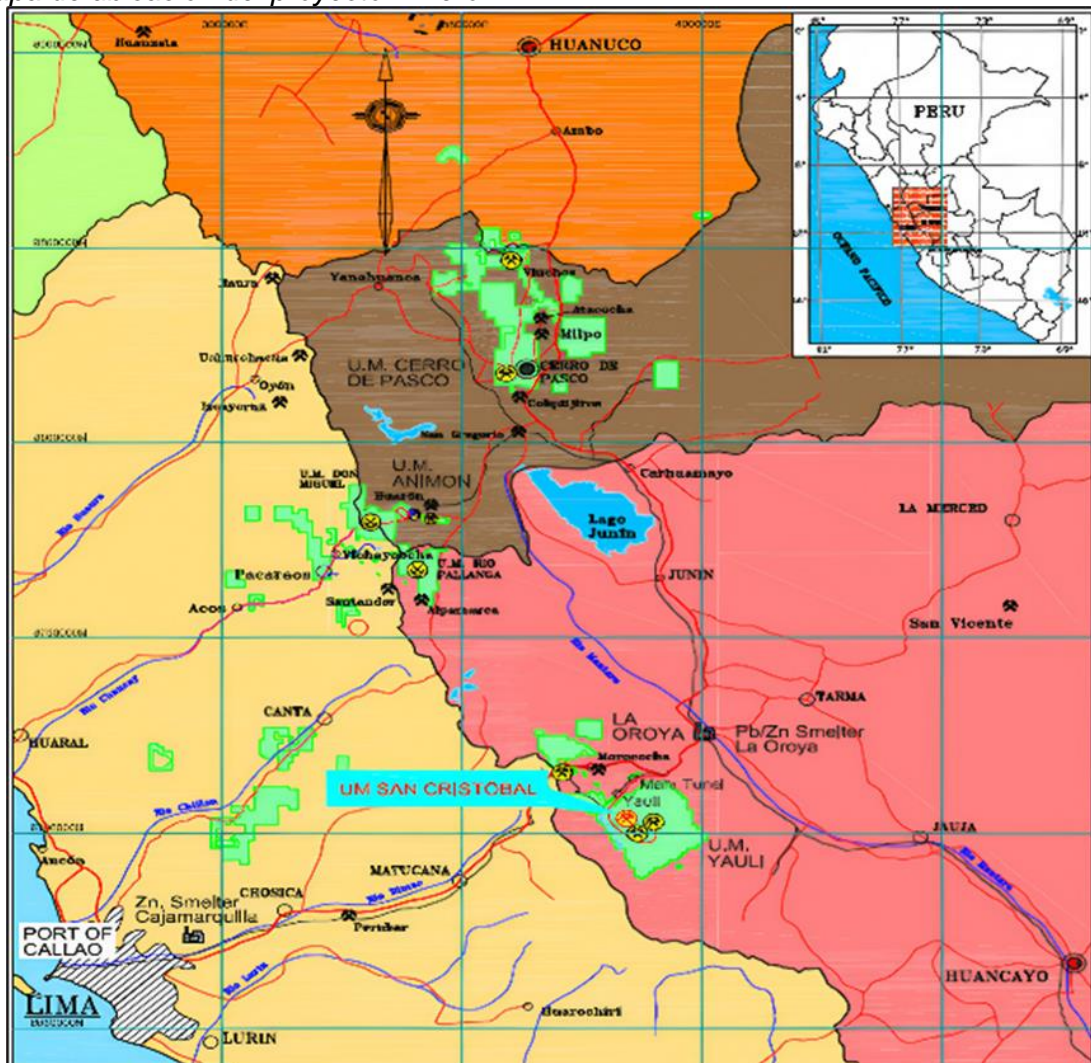
3.1.1 Ubicación y accesibilidad del proyecto

El proyecto minero se encuentra ubicado en el distrito de Yauli, provincia del mismo nombre, del departamento de Junín. Geográficamente se encuentra en el flanco este de la Cordillera Occidental de los Andes centrales del Perú; a 110 Km. en línea recta, de la ciudad de Lima. Sus coordenadas geográficas son:

- 76° 05' de longitud Oeste
- 11° 43' de latitud Sur

Figura 1

Mapa de ubicación del proyecto minero



Fuente: Proyecto minero

La altitud media del distrito es de 4,700 msnm. La mina es fácilmente accesible, utilizando la carretera central, de la cual, cerca de la localidad de Pachachaca, parte un ramal de 20 kilómetros que conduce a San Cristóbal; además, el ferrocarril central tiene una estación en Yauli a 12 kilómetros del área.

3.1.2 Métodos de minado

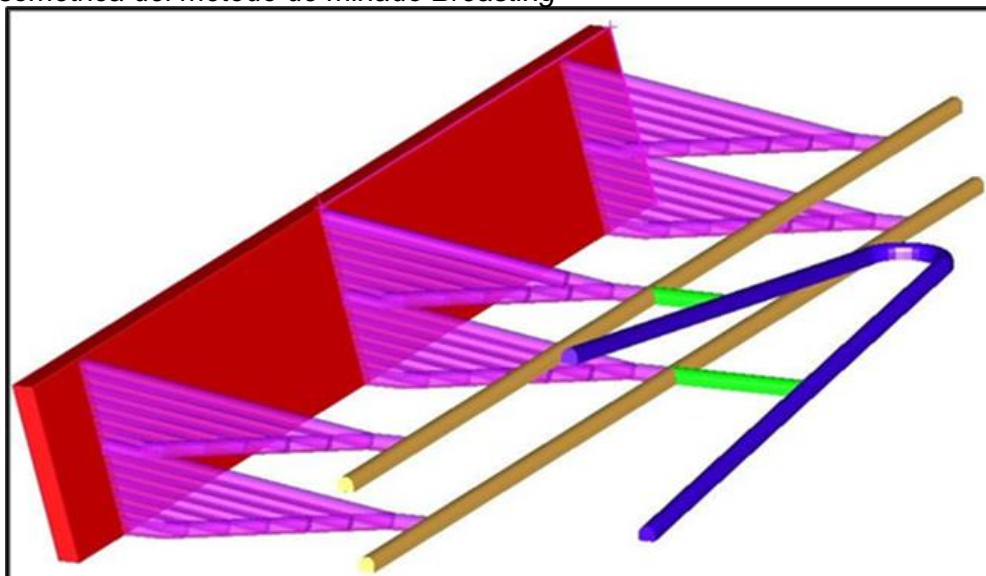
En la unidad de producción se está aplicando los métodos de minado Over Cut and Fill (Breasting) y el Sub Level Stopping (SLS).

3.1.2.1 Over Cut and Fill (Breasting). Este método se aplica en las vetas que presentan un buzamiento menor a 500, también es posible aplicar para buzamientos mayores solo si la calidad de rocas de las cajas no permite el minado por taladros largos.

La preparación se inicia desde la rampa con sección de 4.5m x 4.5m (-12%), ingresando por un crucero de sección de 4.5m x 4.5m hacia un By - Pass de sección de 4.5m x 4.0m, desde ahí se generan los accesos (rampas basculantes) que van a intersectar a la veta en donde se dará inicio a las galerías y subniveles de explotación con una sección de 3.8m x 4.0m que recorrerán todo el rumbo de la veta. La cantidad de los accesos puede ser variable dependiendo la longitud de la veta. La distancia entre los accesos será de 150m permitiendo poder minar en cada ala una distancia de 75 m.

Figura 2

Vista isométrica del método de minado Breasting



Fuente: Proyecto minero

El desmonte será evacuado con volquetes de 25 t desde las cámaras de carguío ubicadas en los By – Pass.

Cada tajeo está formado por 05 cortes de 4m de altura y 75m de longitud. El acceso inicial tendrá una gradiente del 13% (-). Para los siguientes cortes se hará un batido de los accesos hasta completar los 05 cortes.

El Ciclo de minado es perforación, voladura, desatado, limpieza y sostenimiento. Una vez terminado el minado de los 75m de longitud por cada ala (150 m en total).

Cada corte será rellenado con relleno detrítico que provendrá del desmonte que se generará a partir de los avances lineales en las labores de infraestructura, desarrollo y preparación en interior mina, se rellenará el corte hasta dejar una luz de 0.5m de cara libre que servirá para el minado del siguiente corte.

- Para potencias menores a 3.8m, la sección de minado será de 3.8 x 4.0 m.
- Para potencias mayores a 3.8m, el minado se hace al ancho de veta.

Cada disparo nos proporciona un promedio de 140 t de mineral. Este mineral es acarreado hacia las cámaras de acumulación ubicados en los By – Pass, que luego es transportado en los volquetes de 25 t de capacidad hacia los echaderos o superficie.

3.1.2.2 Sub Level Stopping (SLS). Corresponde a una variante del Cut and Fill donde se obtienen mejora en la productividad y una reducción de los costos de producción.

Esta variante del método se aplica cuando las vetas presentan un buzamiento mayor a 55° y una calidad del macizo rocoso de las cajas de Regular A hasta Mala A, con un RMR >30, especialmente en la caja techo, para minimizar los desprendimientos por debilidad de la caja techo después de la voladura, con una dilución dentro del rango planificado. El factor de dilución promedio está en el rango de 10%.

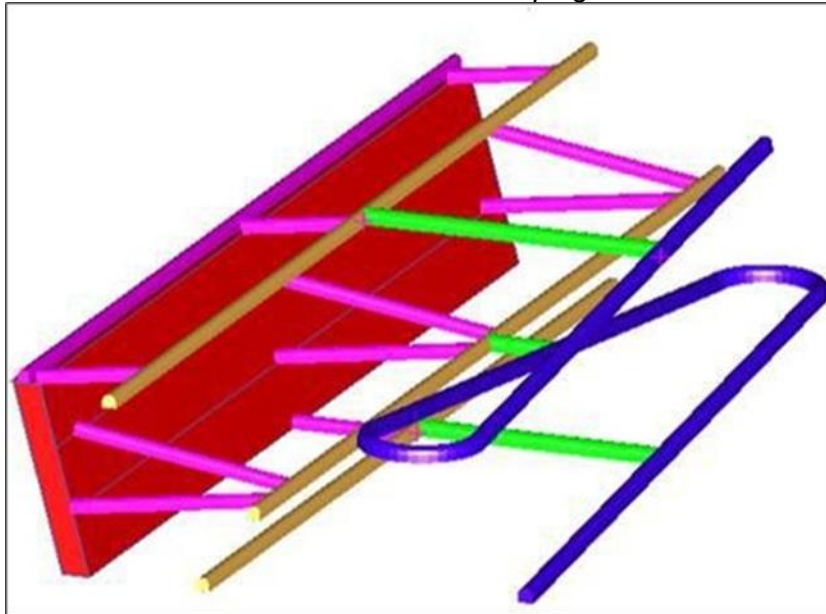
La secuencia de extracción es en retroceso y seguida por la implementación de relleno detrítico en avance.

La preparación se inicia desde la rampa (-12%), ingresando con un crucero hacia el By – Pass, desde aquí se generan los accesos de una longitud de 25 – 35 m según la evaluación geomecánica, estos accesos de 3.8 m x 4.0 m cortan la veta lo que dará lugar

al inicio de las galerías o subniveles de explotación. Los accesos se ubican a una distancia de 150m.

Figura 3

Vista isométrica del método de minado Sub Level Stoping



Fuente: Proyecto minero

Los bancos de explotación son de 15 metros de longitud. La limpieza y extracción de mineral se utiliza Scooptram diésel de 6.0 yd³ de capacidad con telemando y en los puntos de carguío a volquetes de 10 m³, que transportan el mineral hacia las parrillas y/o hacia superficie. Una vez realizada la etapa de limpieza de mineral se utiliza el relleno detrítico proveniente principalmente de los desarrollos y preparaciones para continuar con el ciclo de minado.

3.1.3 Ciclo de minado

3.1.3.1 Perforación. En el tema de perforación, para el método de minado SLS, se trabaja con taladros largos, se detallará a continuación cada tipo de perforación:

Chimenea Slot:

Para la perforación de las chimeneas Slot (Cara Libre) se ejecuta con un equipo de perforación electrohidráulico Simba modelo 1254, utilizando columnas compuestas por 11 barras de 5 pies, con rosca R38, el diámetro de broca utilizado es de 64 mm y alivios

rimados a 5", como sección del slot se tiene 2.00m x 2.00m de 16.89 metros de longitud y 33 taladros incluido 05 taladros de alivio. Se muestra una tabla de resumen:

Tabla 4

Parámetros de perforación para chimenea slot

Nº TOTAL DE TALADROS	33	UNIDAD
Nº de taladros de perforación 64 mm	28	Unidad
Nº de taladros rimado 5"	5	Unidad
Nº de taladros cargados	28	Unidad
Nº de taladros de alivio	5	Unidad
Longitud de perforación	16.86	Metros

Fuente: Elaboración propia

Taladros largos:

Debido a las características geomecánica de la roca y geometría de la estructura mineralizada en mina San Cristóbal se ha estandarizado de la siguiente manera: se perfora de forma negativa y paralelamente; el rendimiento promedio de perforación es de 22 m/h.

3.1.3.2 Voladura. La voladura también se especifica según la perforación, para este caso se carga la chimenea Slot y también la secciones en tajo, las cuales se detallará a continuación:

Chimenea Slot:

Para la voladura de la cara libre o chimenea slot mediante un VCR de 8 metros utilizando los siguientes parámetros y rendimientos, que se muestran en la Tabla:

Tabla 5

Parámetros de voladura para chimenea slot

Sección	2.0 x 2.0	
Tipo de roca	Tipo II – III	m x m
Tipo de material	Mineral	Ton
Tonelaje	229,704	
Longitud de taladro	16.89	Metros
Longitud de slot	16.89	Metros
Kilogramos de explosivo usado	100	Kilogramos
Factor de carga (kg/ml)	6.86	Kg/ml
Factor de carga (kg/ton)	0.5	Kg/ton

Fuente: Elaboración propia

Voladura de secciones en tajos:

La voladura se inicia con la correcta limpieza del piso y los taladros negativos con aire comprimido y el drenaje de agua acumulada, de acuerdo con el protocolo de voladura el factor de carga no deberá sobrepasar 0.16 kg/t pues existe la posibilidad de disturbar las cajas e iniciar el colapso de cajas contaminando el mineral roto.

Se muestran las siguiente tabla de parámetros y rendimientos de voladura:

Tabla 6

Parámetros y rendimiento de voladura

Sección Tipo de roca Tipo de material Tonelaje	1.3 x 1.3 Tipo II – III Mineral 387.62	m x m Ton
Longitud de taladro	16.89	Metros
Longitud de banco	15	Metros
Kilogramos de explosivo usado	73.65	Kilogramos
Factor de carga (kg/ml)	7.71	Kg/ml
Factor de carga (kg/ton)	0.19	Kg/ton
Faneles	27	Pieza
Pentacord	6	Metros
Mecha ensamblada	2	Unidad
Mecha rápida	1	Metros

Fuente: Elaboración propia

3.1.3.3 Carguío y acarreo. La limpieza del mineral roto producto de la voladura primaria es trasladado mediante un cargador de bajo perfil (Scooptram) marca Caterpillar modelo R1600 con capacidad de 6 yd³, el cual deberá recorrer un máximo en promedio de 150m hacia la zona de carguío. El rendimiento es 101.58 t/h.

3.1.3.4 Transporte y diseño de botadero. El transporte de mineral se realiza desde la zona de carguío en Interior Mina, asimismo par este plan no se contempla el uso de botadero, ya que todo el material de los avances (Relleno Detrítico) se encapsulará en los tajos con el Método SLS.

3.1.3.5 Relleno. El relleno del tipo detrítico provendrá de las labores de desarrollo y preparación sobre roca estéril el cual será acumulado en las cámaras de desmontes ubicados en los By-Pass, y transportado hacia el tajo mediante los Scooptram

de 6yd3, el relleno detrítico tendrá la función de cubrir el espacio vacío generado por efecto de la extracción del mineral.

3.2 Plan de Preparación y Respuesta a Emergencias – PPRE

3.2.1 Niveles de emergencia para el desarrollo del plan

Un Sistema de Comando y Control de Incidentes es un sistema de gestión de incidentes que permite la integración de actividades y recursos de diferentes entidades durante la respuesta y resolución de una emergencia y su posterior recuperación. Un solo sistema integrado permitirá a las Unidades Mineras dar soporte y asistencia entre ellas si fuera necesario. También proporciona la capacidad de brindar apoyo a servicios de emergencia locales cercanos a la Unidad Minera, según sea necesario; ya sea por la ocurrencia de una emergencia o desastre natural a nivel local tales como terremotos, inundaciones, etc.

3.2.1.1 Clasificación de emergencia – Niveles. La Organización de Respuesta a Emergencias consta de tres niveles organizacionales principales, alineado con el Sistema de Comando y Control de Incidentes.

Nivel 1.

Es aquella emergencia que puede ser manejada y controlada por el personal del área de trabajo afectada. Son eventos que no requiere asistencia de personal especializado. Generalmente no requieren la conformación de un COE y son atendidos por las personas que brindan los primeros auxilios. Se debe cumplir con los protocolos de respuesta existentes. No se requieren Planes de Acción Pre- Incidente (PAPI).

Nivel 2.

Es aquella emergencia que no puede ser manejada o controlada por el personal del área del trabajo afectada, siendo necesario la intervención de otras áreas, “Los servicios de respuesta a emergencias (El coordinador y/o supervisor de Respuesta a Emergencia y/o brigadistas, el personal de la Unidad Médica). Debe activarse el COE. Quienes brindarán soporte técnico, para la respuesta y sea solucionada en menor tiempo. Se deberá desplegar recursos adicionales a la primera respuesta, sectorizar el incidente,

lo cual podría involucrar a otras áreas o secciones de la mina. Se comunica al Comité de Crisis.

Nivel 3.

Es aquella emergencia que no puede ser manejada o controlada por el personal del área del trabajo afectada, siendo necesario la intervención de otras áreas, los servicios de respuesta a emergencias (El supervisor de Respuesta a Emergencia y/o brigadistas, el personal de la Unidad Médica). Debe activarse el Comité de Emergencias. Quienes brindarán soporte técnico, para la respuesta y sea solucionada en menor tiempo. Se comunica al Comité de Crisis.

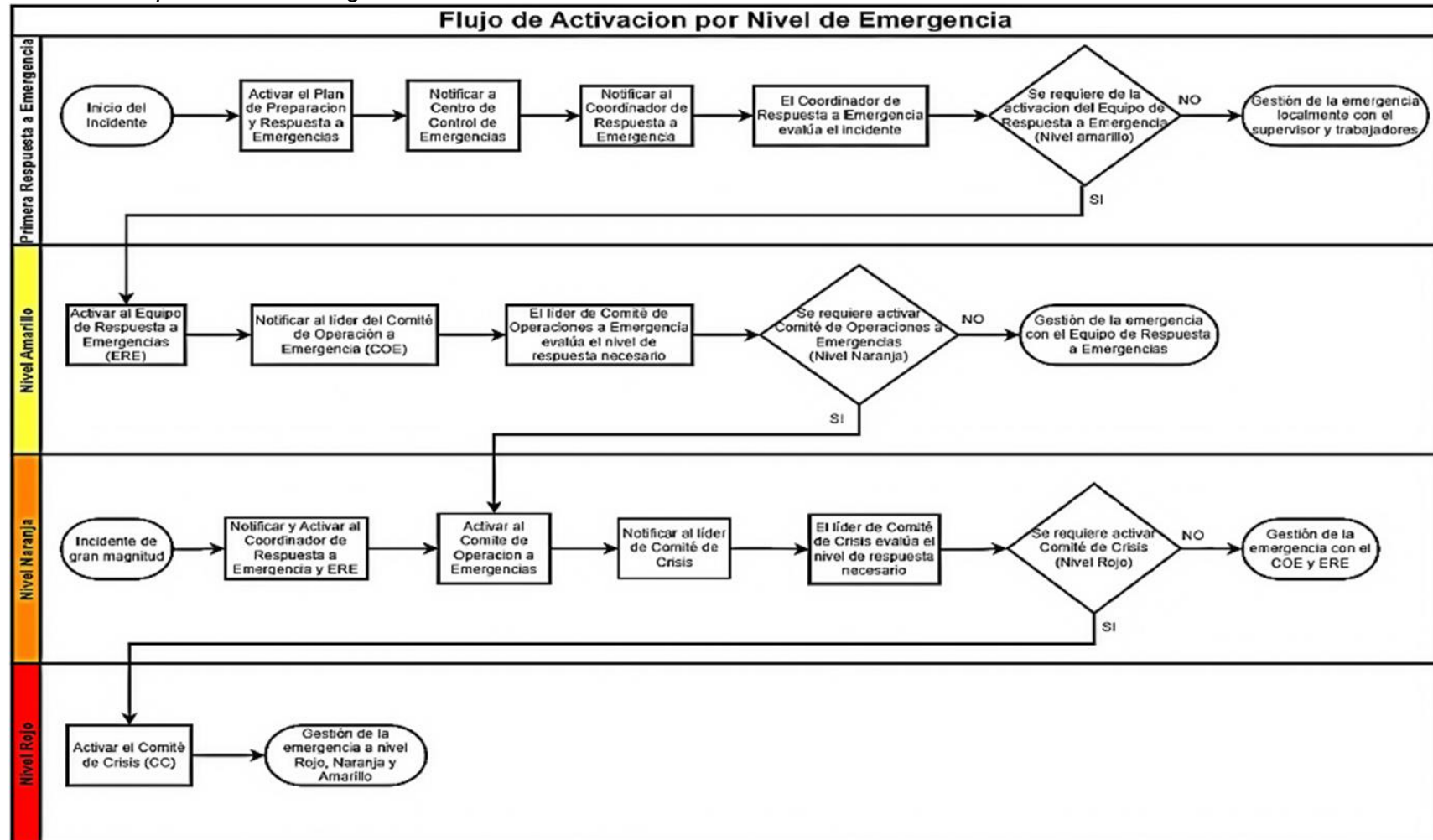
3.2.1.2 Emergencias fuera de la unidad. De presentarse emergencias externas (fuera de la unidad) deberán ser reportado como Nivel III de acuerdo con el D.S. 021 2008 MTC Reglamento Nacional de Transporte terrestre de Materiales y Residuos peligrosos.

El personal que reporta asegurará la comunicación a la Central de Emergencia, de acuerdo con la zona o ruta donde se encuentre; quien informará al Coordinador de Comité de Emergencia (Gerencia General de la unidad), para implementar un plan de acción inmediata, activar los servicios de emergencia (según la necesidad), asignar un equipo multidisciplinario para que puedan dirigirse al lugar de evento y evaluar los daños, con la finalidad de tomar acciones de control.

El uso de los recursos (brigadistas, equipos, herramientas, ambulancia. Etc.) debe ser determinado por el COE el Gerente General de la Unidad o encargado de la unidad.

Figura 4

Flujo de activación por nivel de emergencia



Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Organización de la respuesta a los niveles de emergencias

3.2.2.1 Sistema de comando de incidentes. El Sistema de Comando de Incidentes de mina, es un sistema flexible, adaptable a la magnitud y complejidad de la emergencia, el cual ha establecido la activación de su estructura según la siguiente clasificación:

Nivel 1 (bajo) – amarillo.

Se establece el comandante de Incidentes en la Escena/ Se desarrolla los planes de contingencia de cada área.

La respuesta de emergencias nivel 1, se desarrollará conforme a los criterios operacionales y/o Planes de Contingencia de cada área y será liderada en primera instancia por el supervisor directo y/o de mayor jerarquía del lugar de trabajo donde ocurre la emergencia (Capataz, Supervisor, jefe de guardia, jefe de sección, superintendente, Jefe de Área) quien asumirá el rol y funciones de “Comandante de Incidentes en la Escena”.

Si la emergencia no es controlada alcanzando una mayor área geográfica, se realizará una transferencia de mando, en función a la jerarquía organizacional de la empresa (Jefatura, superintendencia, gerencia)

Nivel 2 (medio) – anaranjado.

Se establece el Comando de Incidentes Nivel Operativo / Se desarrolla el presente Plan de Preparación y Respuesta para Emergencia asociado con el Plan de Contingencia del área afectada.

Cuando la emergencia alcance el nivel 2, no pudiendo ser controlada por el personal y líderes del área de trabajo, el Coordinador de Respuesta a Emergencia de la unidad minera, asumirá el rol de jefe de Operaciones y el Gerente operaciones, quien será el comandante de incidentes se activa el Comité de Operaciones de Emergencia (COE).

Nivel 3 (alto) – rojo.

Se establece el Comando de Incidentes Nivel Gerencial Comité de Crisis / Se desarrolla el presente Plan de Preparación y Respuesta para Emergencia asociado con el

Plan de Contingencia del área afectada y los planes locales, planes regionales o nacionales, además de las disposiciones legales establecidas por el estado peruano.

Ante la ocurrencia de una emergencia nivel 2, el comandante de Incidente, Informará la ocurrencia de la magnitud del evento de estar en un nivel 3, debe activar el Comando de Incidentes a nivel Gerencial Comité de Crisis. (CC)

3.2.2.1.1 Equipo de respuesta a emergencias. Es la organización de brigadistas de respuesta a emergencias en la unidad minera, conformada por los trabajadores de áreas operativas definidas por áreas, turno y oficinas administrativas, etc. como líderes, quienes a su vez pueden convocar como apoyo la presencia de las brigadas de las empresas especializadas.

En la unidad minera, se cuenta con ocho (8) brigadistas por turno entrenados con un total de 24 brigadistas en todos los turnos. Esto permitiría que dos equipos se encuentran en actividad de turno día y noche, mientras el 3er grupo se encuentra de días libres.

3.2.2.1.2 Funciones del capitán de brigada.

- Es la persona voluntaria, capacitada y entrenada para responder a la emergencia.
- Asume el mando de la BRE (Brigada de Respuesta ante Emergencia) en coordinación con el comandante de incidentes en la escena, conducirá las operaciones de rescate y respuesta a emergencia, cuidando la integridad y seguridad de su personal.
- Mantiene informado al comandante de incidentes en la escena de la evolución de la emergencia y posibles contingencias que se presenten.

3.2.2.1.3 Funciones de los miembros de la brigada.

- Es la persona voluntaria, capacitada, entrenada y autorizada por el representante del titular de la actividad minera para responder a la emergencia.
- Participar activamente en las capacitaciones y entrenamientos.
- Responder ante el llamado de cualquier emergencia y someterse a las órdenes del capitán de brigada o comandantes de incidentes de escena, nivel 2.

3.2.2.2 Comité de Operaciones de Emergencias (COE). Conformado por los superintendentes y jefaturas de cada área, liderado por el Gerente General de operaciones de la unidad minera, responsables del manejo de situaciones de emergencias de Nivel 2 y se conformará de la siguiente manera:

Tabla 7

Comité de Operaciones de Emergencias – COE

PUESTO	FUNCIÓN EN MINA
Comandante de incidentes	Titular: Gerente General de Operaciones
	Alternativo: Gerente de Operaciones
Oficial de seguridad	Titular: Superintendente de Seguridad
	Alternativo: Jefe de Seguridad
Oficial de operaciones	Titular: Coordinador de emergencias
	Alternativo: Coordinador de emergencias
Oficial de logística	Titular: Jefe de Logística
	Alternativo: Planificador de Logística
Oficial de planeamiento	Titular: Superintendente de Planeamiento
Oficial de enlace con familia y empleados	Titular: Superintendente de Gestión Humana
	Alternativo: Jefe de Desarrollo Humano
Oficial de enlace	Titular: Superintendencia de Mina
	Alternativo: Asistente de Superintendente de Mina
Encargado de registro	Titular: Coordinador de Seguridad Patrimonial
	Alternativo: Asistente de Seguridad Patrimonial

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.2.1 Responsabilidades del COE. A continuación, se detallan las responsabilidades de la organización de respuesta a emergencias.

Tabla 8

Responsabilidades del COE

PUESTO	RESPONSABILIDADES
Comandante de Incidentes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Asume el mando de la situación y ejercer el nivel de liderazgo requerido. ▪ Confirmar detalles de la emergencia, evalúa e informa la situación. ▪ Establecer objetivos para la resolución del incidente. ▪ Establecer procedimientos para identificar y gestionar todos los riesgos, enfocándose en la seguridad. ▪ Mantener informado al oficial de enlace sobre los pormenores del incidente. ▪ Disponer de los recursos inmediatos, iniciar las acciones de mitigación y solicitar apoyo según se requiera. ▪ Dar la orden de evacuar al personal de la zona de emergencia hacia zonas seguras según se requiera.
Oficial de Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Es responsable por la seguridad de la escena de emergencia. ▪ Estará atento a los peligros y riesgos durante el control y mitigación de la emergencia, de ser el caso ordenará la paralización de las operaciones si existe un riesgo inminente que ponga en peligro al personal que atiende la emergencia. ▪ Asistir al comandante de Incidentes en el control detallado de la respuesta y el manejo del incidente. ▪ Confirmar el paradero de todo el personal, considerando a cada uno como prioridad. ▪ Asistir al comandante de Incidentes en concentrarse en la respuesta del incidente y en la seguridad del personal. ▪ Asistir en la gestión del Equipo de Manejo de Incidentes y del frente de trabajo
Oficial de Planeamiento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proporcionará planos de la zona de emergencia, así como de labores aledañas, RB'S, vías de escape y ubicación de refugios mineros cerca de la zona de emergencia. ▪ Participa de la preparación de estrategias de respuesta y control de la emergencia. ▪ Recopila la información del incidente (actual y pronóstico). ▪ Proporciona simulaciones de ventilación según se requiera. ▪ Proporciona planos unifilares del sistema de ventilación.
Oficial de Operaciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Implementar estrategias para resolver el incidente. ▪ Gestionar todas las actividades concernientes a la resolución del incidente. ▪ Gestionar todos los recursos (personas y equipos) asignados por el comandante de Incidentes para resolver el incidente. ▪ Resguardar la zona del incidente y las evidencias. Examinar la zona del incidente y recopilar evidencias, gestionar documentos y evidencias. ▪ Es responsable de la seguridad del personal a su cargo durante las operaciones de control y mitigación de la emergencia. ▪ Gestionar información relevante a la investigación e intercambiar información según sea necesario.
Oficial de Logística	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Informar sobre todos los recursos que se tengan a disposición para la resolución de la emergencia. ▪ Brindar soporte logístico durante el incidente, proporcionara los recursos solicitados por el comandante de incidentes y/u oficial de operaciones. ▪ En coordinación con el comandante de incidentes, gestionara la compra o alquiler de materiales, insumos y/o combustible según sea necesario. ▪ Coordinara con las diferentes áreas de la operación para cubrir los requerimientos del comando de incidentes.
Oficial de Enlace con familia y empleados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Obtener números de emergencia, incluyendo números de los familiares y la empresa; si fuera el caso, de los trabajadores afectados por el incidente. ▪ Coordinar asistencia médica (Traslados y/o especialidades según se requiera), para el personal que resulte herido como consecuencia de la emergencia o durante las maniobras de control. ▪ Brindar el soporte y asesoramiento a los familiares de los trabajadores fallecidos, incluyendo todos los aspectos logísticos tales como gestionar viajes y hospedaje de prioridad.

PUESTO	RESPONSABILIDADES
Oficial de Enlace	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Asume la máxima representatividad de la zona. ▪ Mantiene informado al nivel superior sobre el progreso de la emergencia ▪ Facilita la coordinación y comunicación entre la Unidad Minera, las entidades externas de apoyo y las partes interesadas. ▪ Facilita la coordinación y comunicación entre la Unidad Minera y el corporativo, que podría ser a través del Equipo de Manejo de Crisis. ▪ Mantiene una visión general del incidente y del desarrollo de las tareas de control y mitigación
Operador de Central de Emergencia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recepcionar y notificar la emergencia y seguir los TARP de emergencia en superficie y en interior mina. ▪ Mantener un registro sobre el progreso de la emergencia, así como del flujograma de llamadas.
Guardián de Boca Mina	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Controlar el acceso y salida de interior mina, previniendo los ingresos no autorizados. ▪ Dar prioridad de pase a los equipos y/o vehículos que responden a la emergencia.
Encargado de Registro	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Informar al comandante de Incidentes el detalle sobre el reporte de la emergencia para identificar las prioridades de atención de la emergencia. ▪ Mantener un registro cronológico de todos los incidentes, las acciones y las actividades, incluyendo las decisiones tomadas y las razones de las decisiones clave. ▪ Mantener una información actualizada para la revisión y comunicación. ▪ En caso se requiera, en coordinación con el comandante de incidentes gestionara apoyo policial.
Brigadista	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Responder de forma inmediata a la convocatoria del Oficial de Operaciones, Coordinador de Emergencias y/o de la Central de Emergencias. ▪ Ponerse al mando del Líder de la Emergencia. ▪ Aplicar los controles y estrategias para el control y mitigación de la emergencia. ▪ En caso de que las condiciones de la emergencia pongan en riesgo inminente su vida, paralizara las maniobras y evacuara el lugar para replantear las maniobras. ▪ Participará activamente en las capacitaciones, entrenamientos y simulacros. ▪ Reportar cualquier incidente que ocurra dentro de las emergencias. ▪ Participara en la investigación del evento.
Primer respondedor del área	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Es la persona que responde a la emergencia en la etapa inicial. ▪ Asume el mando de la emergencia antes de la llegada de la Brigada de Rescate. ▪ Participara activamente en las capacitaciones acorde a su área específicas. ▪ Conocer la ruta de evacuación de su área.
Médico / Paramédico / Personal de salud	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El personal deberá portar en todo momento la radio tetra y teléfono asignada al área médica, para mantener comunicación con centro control de emergencias sobre la ocurrencia de alguna emergencia y obtener información sobre posibles accidentados. ▪ Una vez informados sobre la emergencia se apersonarán al lugar del evento y se pondrán a disposición del comandante de incidente (Superficie y/o mina). ▪ El personal conductor de la ambulancia, durante una emergencia se trasladará haciendo uso de sus dispositivos luminosonoros encendidos, para alertar a los demás conductores sobre su presencia y le cedan el paso. ▪ El personal médico ingresara a mina cuando se reporte sobre personal atrapado, personal inconsciente o al pedido del equipo que responde a la emergencia. ▪ El personal médico deberá tener siempre a la mano o en la misma ambulancia los EPP's necesarios para atender emergencias en superficie y/o interior mina. ▪ El personal médico / Paramédico deberá realizar recorridos frecuentes a interior mina y superficie para conocer las vías de acceso y escape en caso de emergencias.

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.3 Comité de Crisis (CC). Es el equipo constituido físicamente en Lima y es responsable del manejo de situaciones de emergencias de Nivel 3 y se conformará de la siguiente manera:

- Presidente, vicepresidente o su representante: Líder
- Gerente de Seguridad y Salud Ocupacional
- Director de Seguridad Patrimonial
- Gerencia de Costos
- Gerencia Legal
- Gerencia de Logística
- Otros miembros si fueran necesarios.

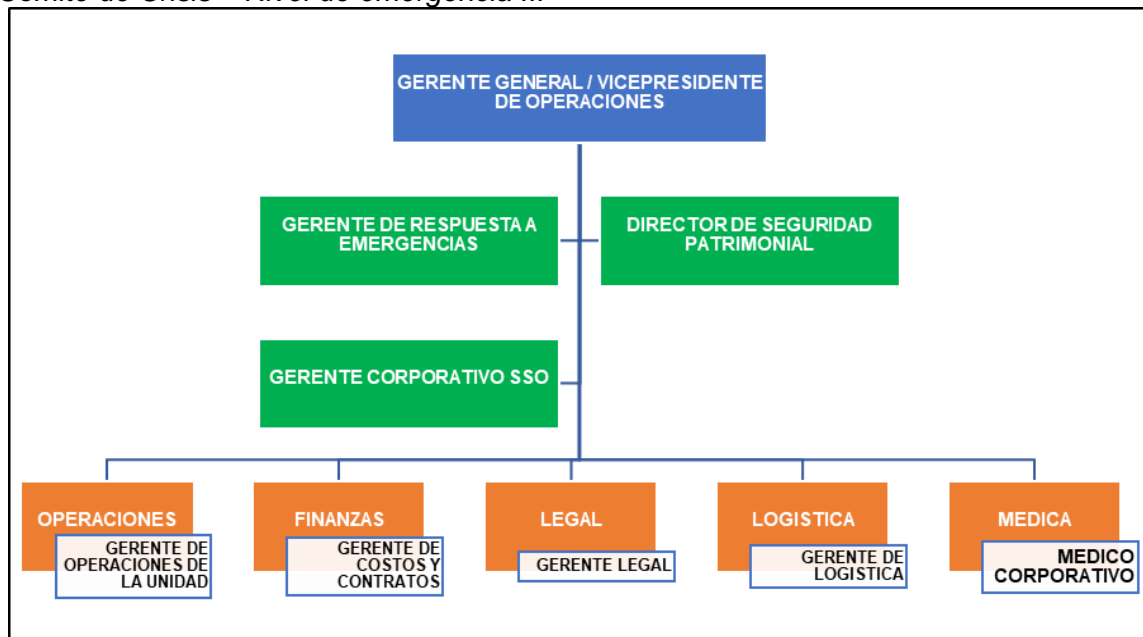
Si una emergencia progresa a nivel 3, algunos miembros del Comando de Incidentes en Escena o del Comité de Operaciones de Emergencias ocuparán los mismos cargos y permanecerán en el campo recibiendo y emitiendo información sobre el manejo del incidente, apoyará al Comité de Crisis cumpliendo con transmitir las disposiciones y responsabilidades a los diferentes equipos operativos al que están asignados.

3.2.2.3.1 Organización del Comité de Crisis. El Comité de Crisis estará organizado de acuerdo con los niveles jerárquicos de la unidad minera, por la capacidad de administrar recursos, hacer coordinaciones y tomar las decisiones necesarias para responder de manera eficiente en protección de las personas, del medio ambiente y de las propiedades. Esta organización funcional facilitará el logro de objetivos comunes.

La organización es flexible de ampliarse o reducirse de acuerdo con las necesidades de la emergencia, tiene una estructura clara que determina lineamientos para comunicación interna y ordenada

Figura 5

Comité de Crisis – Nivel de emergencia III



Fuente: Elaboración propia

3.2.2.3.2 Funciones del comité de Crisis (CC). Una vez activado, el Comité de Crisis tendrá las siguientes funciones:

- Dirigir la respuesta global de la unidad minera ante un incidente.
- Proteger la vida y la salud humana.
- Proteger el medio ambiente.
- Reducir al mínimo los daños a las operaciones y a la propiedad.
- Reducir al mínimo el impacto de la emergencia sobre los empleados y la comunidad.
- Proteger la reputación de la unidad minera.
- Asegurarse que se brinde una respuesta segura y legalmente responsable.
- Comunicarse y apoyar a los equipos de respuesta en el campo (Brigada de Respuesta a Emergencia, Comando de Incidentes y Comité de Operaciones de Emergencias, etc.)
- Identificar los peores escenarios y planificar las medidas a adoptar de acuerdo con dichos escenarios.
- Desarrollar y comunicar los objetivos de la respuesta.

- Desarrollar planes de corto y largo plazo para alcanzar tales objetivos.
- Proporcionar los recursos (personal y equipo) externos, necesarios para llevar a cabo tales planes.
- Organizar, asignar y dirigir las operaciones en el campo por intermedio del Comité de Operaciones de Emergencia (Unidad).
- Garantizar la seguridad de todo el personal de respuesta y de las operaciones.
- Coordinar con los servicios externos de emergencia como Grupos de Búsqueda y Rescate, Policía, bomberos, empresas de aerotransporte etc.)
- Desarrollar y dirigir la estrategia de Volcan Compañía Minera con los medios de comunicación.
- Dirigir la respuesta a los familiares de las víctimas.
- Identificar problemas, desarrollar estrategias y establecer comunicaciones oportunas y efectivas con:
 - Las comunidades afectadas
 - Los funcionarios y entidades gubernamentales involucradas
 - Accionistas/Propietarios
 - Contratistas
 - Clientes
 - Proveedores
 - Otros grupos de interés
- Proporcionar apoyo logístico y servicios a todo el personal involucrado.
- Brindar apoyo financiero y servicios de auditoría.
- Manejar los reclamos de terceros y los temas de seguros.
- Facilitar la continuidad o recuperación del negocio.

3.2.3 Comunicaciones internas y externas incluyendo a comunidades y autoridades competentes

La empresa con un sistema de comunicaciones a base de teléfonos fijos, Satelitales, celulares, correos electrónicos, radios portátiles, a través de los cuales se puede reportar una emergencia y/o coordinar el apoyo necesario.

El sistema de teléfonos fijos y móviles garantiza una rápida, permanente y eficiente comunicación entre las oficinas centrales de Lima con las operaciones de mina.

Así, en la Unidad Minera, las radios portátiles garantizan la comunicación bilateral entre el Comité Operativo de Emergencias (COE) y Central de Emergencias con Equipo que responde a Emergencia.

Mediante la red de comunicaciones que dispone la unidad minera es factible conseguir los siguientes objetivos:

- Respuesta rápida y efectiva ante cualquier emergencia que se presenten dentro de las instalaciones como fuera de ellas (vías de tránsito).
- Apoyo mutuo entre las Brigadas de Rescate que participan y mitigación la emergencia con el COE y CI.
- Administración adecuada de los recursos a usarse en la emergencia por parte del CI.
- Eficiente coordinación entre el CI y las instituciones que puedan prestar apoyo en el control de la emergencia (Nivel III) y donde las Brigadas de Rescate no pueden llegar a tiempo.
- Para hacer conocer y alertar la ocurrencia de la emergencia a las instituciones como: MEM, OSINERGMIN, PNP, autoridades locales.

Personal para contactarse en caso de una emergencia fuera de las instalaciones de la unidad minera:

- Oficinas Corporativas Lima.
- Gerencia Corporativa de Seguridad y Salud Ocupacional.
- Central telefónica mina.

- Superintendencia de Seguridad y Salud Ocupacional.
- Gerencia de Operaciones.

Áreas operativas y de soporte de la Unidad:

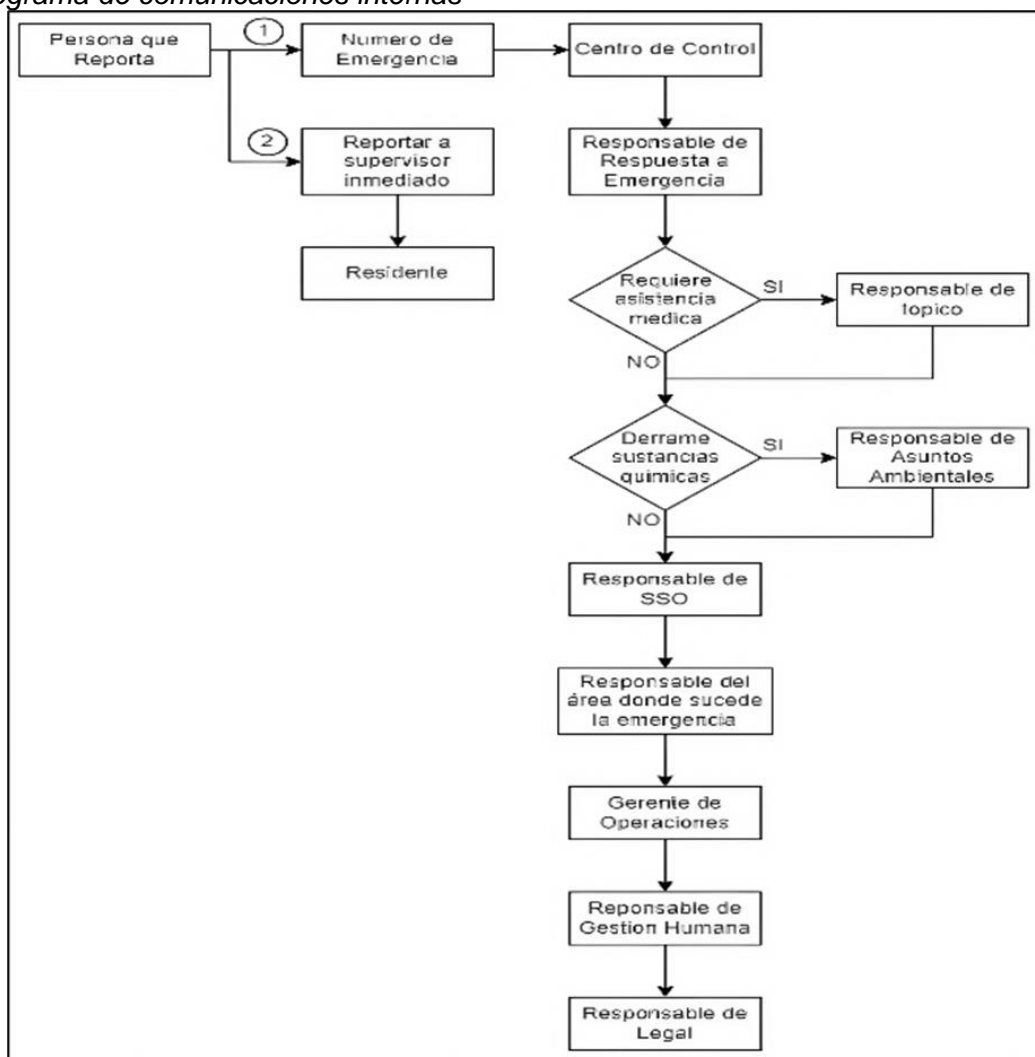
En caso de Emergencias, se debe solicitar de inmediato la presencia de personal Técnico Especializado de guardia a la zona del evento.

En caso de Incendios se solicitará de inmediato al área de mantenimiento eléctrico, la presencia de personal técnico de mantenimiento eléctrico para el corte del suministro eléctrico a la zona del incendio, personal de Asuntos ambientales y proyectos para el apoyo con el abastecimiento de agua.

3.2.3.1 Flujograma de comunicaciones internas

Figura 6

Flujograma de comunicaciones internas



Fuente: Elaboración propia

3.2.3.1.1 Procedimiento de comunicación interna de una emergencia. Todo personal que presencie la ocurrencia de una emergencia comunicará la misma a la Central de Emergencias y a su jefatura inmediata, cumpliendo lo establecido en el Procedimiento.

Llamada para reportar una emergencia

- Conservar la calma y tranquilidad para realizar la llamada
- Llamar a “Centro de Control de Emergencias” mediante los siguientes medios:
 - Comunicación vía teléfono fijo: Teléfono de emergencia (7911)
 - Comunicación vía celular desde el exterior:
 - Teléfono fijo N° 01 4167000 y al anexo (7911) o vía celular Número de celular: 920 052 505 (Claro) 920 051 052 (Movistar)
 - Comunicación vía radio tetra: Todo radio tetra implementado en la mina cuenta con un botón naranja, en caso de una situación de emergencia el personal que cuenta con la radio o se podría solicitar a cualquier supervisor, para reportar una emergencia oprimiendo el botón naranja por 5 segundos, inmediatamente se tendrá el enlace directo con (Centro de Control de Emergencias que opera las 24 horas ubicado en las oficinas administrativas de mina a cargo de la empresa Sirius).
 - Sistema de Alerta de Emergencia (SAE): Es un sistema de comunicación de radio estacionario netamente con el canal de emergencia direccionado al Centro de Control de Emergencias que opera las 24 horas a través de un sistema automático de un panel de control.

Pautas para activar el reporte de emergencia.

- Mantenga la calma
- Indique su nombre y área
- Ubicación de la emergencia (Labor, Nivel, Zona) Lugar exacto donde ocurrió la emergencia:

- De una breve descripción de la emergencia: (Caída de Persona, Caída de roca, Gaseamiento, Electrocutación, Volcadura de vehículo, Etc.) Número de personas accidentadas o heridas; de ser posible indique sus nombres.
- No colgar o salir de la línea del teléfono, celular, radial, o SAE, hasta que centro de Control de emergencias le confirme que ha registrado correctamente el reporte de la emergencia. “La emergencia ha sido registrado correctamente”
- Asegure la comunicación de la emergencia a su supervisor directo de turno.

3.2.3.2 Comunicaciones externas.

- Es responsabilidad del Coordinador del Comité de Crisis o de emergencias; las comunicaciones externas a instituciones, autoridades o prensa.
- Se comunicará al Ministerio de Energía y Minas dentro de las 24 horas de ocurrida una emergencia fatal o una contingencia ambiental.
- Se comunicará a otras instituciones públicas y privadas la solicitud de apoyo que la contingencia pudiera requerir.
- Se comunicará a las comunidades vecinas, mediante el área de relaciones comunitarias de la Unidad Operativa, a fin de prevenir daños a la integridad física o medio ambiente.

Comunicación a los brigadistas:

- Central de emergencia de la unidad, es responsable de comunicar al jefe o supervisor de turno de las áreas donde se ubican los brigadistas.
- El supervisor o jefe del área, es responsable de comunicar al brigadista que tiene asignado, bajo su supervisión y brindarle las facilidades en el transporte a la zona del evento.
- La comunicación podrá realizarse vía celular o radio portátil.
- Para ello, se mantendrá un registro actualizado de todo el personal perteneciente a la Brigada de Respuesta a Emergencias (nombre, cargo, área, guardia, teléfono personal), como del jefe de guardia de turno de cada área.

- Una vez que el brigadista ha sido informado del “incidente”, éste se dirige al lugar que se indique (Sala de Brigada de Respuesta a Emergencias o dependiendo de las circunstancias, se podrá dirigir a la zona del evento), realiza la respuesta y Administración de la emergencia (según los procedimientos).

3.2.3.3 Cobertura Sistema SAE. Los SAE se encuentra instalados en puntos estratégicos para alertar al personal en caso de emergencias, tales como comedores, talleres, pozas de bombeo principales.

Tabla 9

SAE – Sistema de alerta a emergencias en mina

NIVEL	ETIQUETA	UBICACIÓN
390	TI - SAE 01	Rp 218_2 W (Refugio Minero) Nv 340
340	TI - SAE 02	Ac_956 Nv 340 (Refugio Minero 1)
340	TI - SAE 03	RP 327 (AC-868 pasando nuevo comedor)
390	TI - SAE 04	RP 326 (CÁMARA ABAST. DE COMBUSTIBLE)
580	TI - SAE 05	RP 580 Y RP 596 (BODEGA)
780	TI - SAE 07	RP 314(+) CA_14 (REFUGIO MINERO Nro 2)
820	TI - SAE 08	TALLERES 820
820	TI - SAE 09	CA_BOMBEO NV 820 (CX 810)
820	TI - SAE 10	RP 314(-) (CA_06_314)
920	TI - SAE 11	CA_BOMBEO NV 920 (BP 920 W)
1020	TI - SAE 12	CA_PRINCIPAL NV 1020 (BP 1020W)
1070	TI - SAE 13	CA_ESTACIONARIA 1070 (BP 1070W)
1120	TI - SAE 14	RP_672 BP_1120E CA_03 (Ingreso)
1320	TI - SAE 17	RP 1220_2 CA_08 (salida)
1270	TI - SAE 18	Ingreso al nuevo comedor Nv 1220
1270	TI - SAE 19	RP_1220_3 CA_5P5
1320	TI - SAE 21	RP 616_CA_27
1320	TI - SAE 22	RP 1220_4 Ingreso al RMM Nro 4
1320	TI - SAE 23	RP 1224 AL TOPE AC_75_3W (RMM Nro 4 yepeto)
1320	TI - SAE 24	RP 616_4W Refugio Minero Movil Nro 10
1320	TI - SAE 25	RP_1220_3 (REFUGIO MINERO)
1320	TI - SAE 26	RP 616-4 E Nv 1420 (al costado del tablero eléctrico)
1370	TI - SAE 27	Comedor AESA Nv 780- SAE NUEVO
1320	TI - SAE 28	Planta Altron Nv 1270 - SAE NUEVO

Fuente: Elaboración propia

3.2.3.4 Cobertura Sistema FIREWACH. Los FIREWACH se encuentra instalados en puntos estratégicos para alertar al personal en caso de incendios, tales como subestaciones, talleres, puntos de abastecimiento de combustible, talleres.

Tabla 10

FIREWATCH – Detección conra incendios en mina

NIVEL	ETIQUETA	UBICACIÓN
340	S.E N°121	Nv_340 Bp_340
390	S.E N°160	Nv_390 Rp_336
340	S.E N°164	Nv_340 Rp_843
430	S.E N°151	Nv_430Rp_326+
500	S.E N°110	Nv_500 Rp_589
500	S.E N°141	Nv_500Rp 930
630	S.E N°142	Nv_630 XC_633
630	S.E N°119	Nv_630 GL_610
730	S.E N°103	Nv_730 Rp_742
820	S.E N°136	Nv_820 BP_093
820	S.E N°166	Nv_820 VETA "K"
820	S.E N°169	Nv_820 Rp_314-E
970	S.E N°130 T1	Nv 970 Rp_040
970	S.E N°158	Nv_970 Rp_874_2
1020	S.E N°148	Nv_1020 Rp_040
1020	S.E N°148.1	Nv_1020 BP_1120
1120	S.E N°145	Nv_1120 BP_1120
1170	S.E N°149	Nv_1170 Bp_618
1170	S.E N°157	Nv_1170 Bp_618
1170	S.E N°10KV	Nv_1170 Bp_618
1220	S.E N°150	Nv_1220 XC_1220
1220	S.E N°155	Nv_1220 Rp_042
1270	S.E N°154 T1	Nv_1270 Rp_616-
1270	S.E N°156 T1	Nv_1270 Rp_1220_2
1320	S.E N°161 T1	Nv_1320 Bp_1320
1320	S.E N°163 T1	Nv_1320 Rp_616_3
1320	S.E N°165	Nv_1320 Rp 616-
1370	S.E N°168 T1	Nv_1370 Rp_616_4W
1420	S.E N°170 T1	Nv_1420 Rp_616_4E
820	Taller Ferreyros	Nv_820_Taller Ferreyros
820	Taller Epiroc	Nv_820_Taller Epiroc
820	Planta Altron	Nv_1270_Planta Altron
390	Abastecimiento 390	Cámara Abastecimiento 390
780	Abastecimiento 780	Cámara Abastecimiento 780
820	Abastecimiento 820	Cámara Abastecimiento 820
1020	Abastecimiento 1020	Cámara Abastecimiento 1020
1320	Abastecimiento 1320	Cámara Abastecimiento 1320

Fuente: Elaboración propia

3.3 Protocolos de respuesta a emergencias

3.3.1 Protocolo ante lesión crítica

Una lesión crítica es una herida grave que pone en peligro la vida, genera pérdida de conciencia, sangrado abundante, fracturas mayores (como de brazos o piernas), o amputaciones de extremidades (excepto dedos).

Acciones inmediatas del trabajador.

Evaluar riesgos antes de intervenir, preguntándose si existen:

- Cables eléctricos caídos
- Fugas peligrosas
- Riesgo de incendio, explosión o derrumbe
- Riesgo de convertirse en otra víctima

¡No intervenir hasta que los peligros estén controlados!

Si es seguro acercarse, aplicar el protocolo ABC:

- A: Vía aérea
- B: Respiración
- C: Circulación

No mover a la víctima, salvo riesgo de muerte inminente:

Proteger la columna vertebral

Dar aviso inmediato:

- Llamar a Central de Emergencias (anexo 7911) o presionar el botón naranja de la radio.
- Si no hay teléfono, enviar a alguien a buscar ayuda.
- También se puede llamar al 920052505 / 997551505 si hay señal móvil.
- Seguir las instrucciones del operador y colgar solo al final.

Coordinar el acceso de emergencias:

- Enviar a alguien a guiar al personal de rescate.
- No alterar la escena del accidente salvo para salvar vidas o prevenir daños mayores hasta que se investigue el hecho.

3.3.2 Protocolo en caso de incendio en Interior mina

Los principales riesgos durante un incendio en mina subterránea son la intoxicación por monóxido de carbono y la asfixia por deficiencia de oxígeno, ya que el humo se propaga rápidamente por las galerías comprometiendo las rutas de escape. Por ello, cualquier olor a humo debe investigarse y reportarse de inmediato.

Acciones inmediatas del trabajador:

- Mantener la calma, evaluar la situación y tratar de extinguir el fuego solo si es seguro.
- Usar medios de extinción apropiados según el tipo de fuego (evitar agua si hay electricidad).
- Asegurarse de apagar completamente el fuego y reportar de inmediato a Central de Emergencias (anexo 7911) y al supervisor.

Si no es posible extinguir el incendio:

- Colocarse el autorescatador y evacuar sin atravesar el humo.
- Dar la alarma a los demás y seguir el protocolo de comunicación con central de emergencias (teléfono o botón naranja de la radio).

Coordinación de respuesta:

- El coordinador activa la alarma de evacuación y coordina con el jefe de sección.
- El personal debe evacuar a superficie o dirigirse a refugios mineros si no hay salida segura, informando al centro de control.
- Si se encuentra humo en el trayecto, colocarse el autorescatador de inmediato.

Soporte operativo y control del fuego:

- Se coordina con mantenimiento para corte de energía y control de tableros eléctricos.
- Se ajusta la ventilación según las rutas de evacuación.
- La brigada de emergencia usa trajes de bomberos y métodos de extinción (extintores, agua, etc.), considerando la dirección del viento.
- Personal no involucrado debe mantenerse en zonas seguras.

- Si la brigada necesita equipos adicionales, se informa al Comité de Emergencias para soporte logístico.

Tabla 11

Tabla de extinción de incendio por tipo de fuego

CLASE DE FUEGO	TÉCNICA DE EXTINCIÓN
Fuego de clase A Desecho, desperdicio, madera, etc.	Use agua, extintores de polvo químicos secos (ubicados en todos los equipos móviles o estaciones de refugio), arena fina, etc.
Fuego clase B Petróleo, aceites	La espuma, el dióxido de carbono o el extintor polvo químico seco se deben usar en pequeños incendios de petróleo. Un fuego que arde en una superficie sólida puede ser sofocado con arena fina o grava. Un incendio que arde en una superficie líquida, como en un Sumidero o recipiente, puede extinguirse usando una boquilla de niebla o cortando el suministro de aire al fuego.
Fuego clase C Fuego eléctrico	Si es posible, corte la energía. Extinga el fuego con extintor de polvo químicos secos o de dióxido de carbono solamente.
Incendio en Equipo móvil	Aplice los frenos de emergencia y apague el vehículo por completo. Si el vehículo está en la rampa, gire el vehículo hacia la pared o, si es posible, déjelo en áreas alejadas de la rampa. Extinga el fuego, active el sistema de extinción de incendios del equipo modelo Ansul y con el extintor ABC.
Fuego de batería de iones de litio	Extinga los incendios de la batería con agua. Los incendios iniciados por una batería de iones de litio en materiales cercanos pueden extinguirse con cualquier agente extintor apropiado. Retire los materiales circundantes y aisle las baterías.
Fuego de acetileno	Si es posible, cierre las válvulas en el cilindro. Si no es posible cerrar las válvulas, enfríe el cilindro con una manguera de agua. Cierre las válvulas cuando el cilindro ya no esté caliente. Si el acetileno continúa ardiendo, proteja el área y ventile. No fume.

Fuente: Elaboración propia

3.3.3 Protocolo en caso de Personal atrapado en frente ciego por incendio de equipo o vehículo móvil

Antes del incendio (prevención):

- No se deben bloquear ingresos ni salidas en labores ciegas con equipos estacionados.
- Los vehículos deben estacionarse en refugios vehiculares sin obstruir vías de escape.
- El personal debe portar su autorescatador en buen estado en todo momento.
- No confiar en las tuberías de aire comprimido como sistema de emergencia, ya que al quemarse pueden avivar el fuego y dar falsa seguridad.

- Si se realizan tareas en labores ciegas (como sostenimiento o limpieza), se debe identificar el riesgo de incendio en el IPERC.

Durante el incendio o amago:

- Ante un amago de incendio, usar extintores o sistemas automáticos de supresión.
- Si no se puede controlar, iniciar evacuación hacia zona segura y usar el autorescatador según el procedimiento.
- Si el personal queda atrapado:
 - Usar el autorescatador inmediatamente.
 - Mantenerse lejos del fuego y en posición de reposo (agachado o sentado) para extender la autonomía del equipo (≥ 90 min).
 - No intentar cruzar la zona en llamas; esperar rescate de brigadistas.

Coordinación de respuesta:

- Dar la alarma de incendio al personal cercano y reportar al anexo 7911.
- El coordinador de emergencia activa la alarma (sistema de gas fétido) y coordina evacuación con los jefes de sección.
- Si no es posible evacuar a superficie, dirigirse a refugios mineros (estacionarios o móviles) y esperar indicaciones.
- En presencia de humo o gases irritantes, colocarse el autorescatador inmediatamente.
- Se coordina con mantenimiento para el corte de energía y control de ventilación.
- Los brigadistas intervienen con trajes contra incendio, usando extintores, agua, etc., según dirección del viento.
- Personal no involucrado debe permanecer en zonas seguras y seguir instrucciones.

Apoyo y control post-evento:

- Si los brigadistas necesitan recursos fuera del área, se solicita apoyo al Comité de Emergencias.
- En zonas seguras, supervisores deben realizar el recuento de personal.

- Si falta algún colaborador, se activa el protocolo de búsqueda y rescate.

3.3.4 Protocolo por caída de roca y derrumbe

Actuación inmediata ante caída de roca o derrumbe:

- Cuando se evidencia un derrumbe o caída de roca en interior mina, se debe actuar con rapidez y bajo estricto cumplimiento del protocolo de emergencias:
- Notificación inmediata a la Central de Emergencias (Anexo 7911 / 920051052 / 997551505) proporcionando datos precisos del incidente.
- El personal debe evacuar hacia zonas seguras o refugios mineros, comunicando a otros trabajadores si se encuentran en el trayecto.
- Si hay heridos, se puede brindar ayuda solo si las condiciones de seguridad lo permiten, evitando ponerse en riesgo directo.
- Si hay personal atrapado y no es posible evacuar a superficie, estos deben refugiarse, comunicarse con la central y esperar la llegada de brigadas de rescate.

Un equipo técnico conformado por profesionales de ingeniería, operaciones mina, geomecánica, planeamiento y seguridad se encargará de evaluar el área afectada y determinar la viabilidad de rescate. Durante la emergencia, se restringen las comunicaciones para dar prioridad a los canales usados por el equipo de atención. Solo cuando el evento esté completamente controlado, el mismo equipo multidisciplinario evaluará si es seguro reanudar las operaciones en la zona comprometida.

Procedimiento ante personas aplastadas o atrapadas:

- Cuando se reporta un caso de aplastamiento o atrapamiento por roca, se siguen los siguientes pasos:
- Se notifica a la Central de Emergencias y se solicita asistencia médica para estabilizar al o los afectados.
- El equipo técnico y de rescate especializado evalúa la escena y decide si es seguro iniciar el rescate.

- Si el trabajador tiene parte del cuerpo atrapado:
 - Se colocan barreras protectoras (tablas, lonas, etc.) para evitar que material remanente agrave las lesiones.
 - Se remueve cuidadosamente el material con herramientas manuales (pico, pala).

- Si las rocas son muy pesadas:

Se autoriza el uso de maquinaria pesada, bajo estricta supervisión, manteniendo comunicación constante con el operador.

- Una vez liberado el accidentado:
 - Se le entrega al equipo médico para estabilización.
 - Se coordina su traslado a la posta médica o centro de salud.
- En casos donde el trabajador esté completamente cubierto y no se determine su ubicación:
 - Se retira el material con maquinaria hasta una altura segura de un metro sobre el nivel del suelo.
 - Luego, la remoción continúa manualmente hasta localizar al accidentado.

Refugios Mineros – Función y equipamiento:

Los refugios mineros son espacios acondicionados dentro de la mina diseñados para brindar protección temporal ante emergencias como incendios, derrumbes, presencia de gases tóxicos o fallas estructurales.

- Cuentan con:
 - Suministro de aire respirable
 - Agua potable y alimentos no perecibles (para 120 horas)
 - Comunicación telefónica con superficie
 - Camillas (FEL, Canastilla), extintores, picos, palas, botiquines, señalización
- Están diseñados para albergar cómodamente entre 12 y 140 personas dependiendo del modelo.

Estos refugios representan una herramienta crítica dentro del plan de evacuación subterránea, permitiendo al personal esperar en condiciones seguras hasta ser rescatado.

Tabla 12

Refugios mineros móviles y estacionarios en mina

CODIGO	CAPACIDAD / AFORO	MODELO	UBICACION	ZONA
RMM N° 2	12 personas	Movil	Bp_970E_x_Rp_314W_Nv_920	I
RMM N° 3	12 personas	Movil	Xc_1420_Rp_1420_1W_Nv_1420 Ca_01_Rp_618_Nv_1170	II
RMM N° 4	12 personas	Movil	Cx_617_1E_Nv_1020	I
RMM N° 5	12 personas	Movil	Ca_08_617_2W_Nv_1020	I
RMM N° 6	12 personas	Movil	Ca_493_Rp_616_4E_Nv_1420	II
RMM N° 7	20 personas	Movil	Ca_02_10_268_Nv_870 VK	I
RMM N° 8	12 personas	Movil	Ca_02_75_2E_Nv_1420	II
RMM N° 9	12 personas	Movil	Ca_644_Rp_874_2_Nv_920	II
RMM N° 10	20 personas	Movil	Ca_02_Sp7_2W_Nv_1420	II
RMM N° 11	12 personas	Movil	Ca_04_Xc_270_Nv_780 VK	I
RME N° 1	140 personas	Estacionario	Cx_620_Nv_1220	II
RME N° 2	24 personas	Estacionario	Ca_01_82_3W_Nv_820 VK	I
RME N° 3	24 personas	Estacionario	Ca_01_Rp_Sp10_Nv_1020 Ca_01_Rp_Sp10(-))_Nv_1070	I
RME N° 4	24 personas	Estacionario	Ca_2_315_Rp_315_Nv_820 Sheyla	I
RME N° 5	24 personas	Estacionario	Ca_141_Rp_616_4W_Nv_1420	II
RME N° 6	24 personas	Estacionario	Ca_01_25_Rp_314E_Nv_820	I

Fuente: Elaboración propia

Figura 7

Refugio minero móvil para 20 personas



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8

Refugio minero estacionario para 24 personas



Fuente: Elaboración propia

Autorescatadores – Estándar Volcan:

Como parte del protocolo de protección personal, todo trabajador que ingresa a mina debe portar un autorescatador de oxígeno químico (circuito cerrado), diseñado para su uso en caso de atmósferas no respirables.

- Modelo actual: K-SB30
 - K: Generación química de oxígeno (KO_2)
 - S: Certificado para uso subterráneo (EN13794-2002)
 - B: Código de fabricante
 - 30: Autonomía de 30 minutos en consumo normal

A partir del nuevo estándar ESO-VOL-SEG-COP-001 (publicado en octubre 2024), se adoptará una nueva versión del autorescatador con mejoras ergonómicas y menor peso, de uso obligatorio desde 2025.

Este equipo permite al usuario respirar en atmósferas contaminadas o con baja concentración de oxígeno, brindando tiempo suficiente para evacuar o refugiarse.

Figura 9

Autorescatador marca ASTTAR modelo K.SB30



Fuente: Elaboración propia

3.3.5 Protocolo ante explosiones no planificadas

Objetivo General: Atender de forma eficiente las emergencias por explosiones no planificadas, minimizando riesgos para el personal, daños a equipos e infraestructura, alteraciones operativas y afectaciones medioambientales en labores subterráneas.

Acciones Inmediatas (Emergencia):

- Ante eventos como explosión, fuga, robo o incendio de explosivos, equipos eléctricos, combustibles o gases presurizados, se debe:
- Verificar la Hoja de Seguridad del Producto (MSDS).
- Usar EPP adecuado.
- Reportar a la PNP para peritaje.
- Activar el Plan de Respuesta a Emergencias (anexo 7911 o botón de radio).
- Evacuar al personal, delimitar el área y permitir ingreso solo a brigadistas capacitados.
- Evaluar impacto estructural, generación de gases y riesgo de nuevas explosiones.
- Desechar residuos según protocolos ambientales y de seguridad.

Medidas preventivas:

- Capacitación al personal en:
 - Explosivos y materiales inflamables.
 - Procedimientos de trabajos en caliente y espacios confinados.
 - Uso correcto de EPP y protocolos PETAR.
 - Almacenamiento seguro de materiales combustibles y oxidantes.
 - Uso de extintores y procedimientos de evacuación.
- Almacenamiento y manipulación:
 - Pisos impermeables e incombustibles.
 - Ventilación que dirija humo fuera de zonas ocupadas.
 - Depósitos con materiales resistentes al fuego y extintores tipo ABC (12-50 kg).

Niveles de emergencia:

- Nivel I – Leve
 - Sin heridos ni daños materiales.
 - Se comunica el incidente, activa la alarma, se evacúa un radio de 600 m y se restringen comunicaciones.
 - El jefe de perforación lidera la evaluación y reinicio de actividades, previa verificación.
- Nivel II y III – Moderado/Grave
 - Con lesiones, muertes o daño a producción.
 - Se evacúa totalmente la mina activando alarmas mediante sistema de gas fétido.
 - Se coordinan acciones con el servicio de voladura, ventilación y maquinaria de apoyo.
 - Se hace monitoreo de gases y se preparan rutas seguras para el ingreso del equipo de rescate.

Rol de la brigada de emergencia:

- Asume el control de la zona.

- Verifica funcionamiento de ventiladores principales, secundarios y auxiliares.
- Usa aspersores y mangas de ventilación para precipitar y dirigir gases tóxicos.
- Coloca puertas portátiles herméticas para contener gases.
- Usa equipos de respiración autónoma (BG4-DRAGER), con mínimo 6 brigadistas, uno en base de aire fresco y 5 en intervención.
- Realiza monitoreo digital de gases (CO, CO₂, NO_x, SO₂).
- Recoge información para elaborar el informe del incidente.

Consideraciones especiales:

- Evitar ingreso no autorizado a zona afectada.
- Aislar zonas con puertas cortafuego.
- No exponer materiales inflamables cerca de cilindros de gas.
- En caso de fuga, abrir boca y taparse oídos durante una explosión.
- No iniciar operaciones hasta inspección multidisciplinaria.

Rescate y post emergencia:

- El equipo de rescate establece una base ventilada (aire fresco).
- Solo ingresa tras autorización de perforación y voladura y geomecánica.
- Lleva oxígeno, equipos de monitoreo y camillas.
- Se estabiliza a víctimas y se evalúa traslado a posta médica.
- Se repite el ingreso para rescatar a más víctimas si es necesario.
- Se realiza una inspección final con los equipos de:
 - Geomecánica
 - Seguridad
 - Ventilación
 - Operaciones mina
 - Rescate
 - Ingeniería y planeamiento
- Solo con su aprobación se reinician las operaciones.

3.3.6 Protocolo ante derrames de materiales peligrosos

Acciones inmediatas:

- Mantener la calma y reportar de inmediato a la central de emergencias (Anexo 7911, botón naranja, celulares 920051052 / 997551505).
- Si hay gases o vapores, evacuar a favor del viento para evitar inhalación.
- Identificar el producto y obtener la Hoja de Seguridad (MSDS).
- No intentar controlar el derrame sin la protección y conocimientos adecuados.
- Personal de emergencia evaluará desde zona segura y coordinará la respuesta según el tipo de sustancia y magnitud del evento.

Procedimiento técnico de control:

- Ingreso a zona afectada con EPP especializado (Trajes nivel A, B o C y equipos de respiración) por equipos de mínimo dos brigadistas.
- Tener un equipo de relevo en stand by para apoyo inmediato.
- Según el estado físico del material:
 - Líquido: construir diques, usar absorbentes, cerrar válvulas cercanas o taponear tuberías rotas.
 - Sólido: cubrir con mantas impermeables para evitar diseminación por viento o lluvia.
 - Gas: ubicar y cerrar válvulas; de no ser posible, taponar con material que no genere chispas.
- Realizar trasvasado a envases seguros, evitando chispas si son inflamables.

En caso de accidente vehicular:

- Seguir los mismos pasos anteriores: reportar, evacuar y no intervenir sin protección.
- Detener el tránsito para evitar exposición de terceros.
- Retirar, si es seguro, la guía de remisión del material.
- Uso del kit contra derrames solo si las condiciones lo permiten.

- Si hay fuego, no intentar apagar sin autorización ni trajes estructurales y respiradores.
- Brigadistas usarán chorros dirigidos solo hacia el fuego, evitando contacto con el producto químico.

Extinción y recuperación:

- Si el fuego es controlado, proceder como en un derrame estándar según el estado del producto (líquido, sólido o gas).
- Evitar reacciones químicas por contacto del producto con agua u otros materiales.
- Todo el procedimiento debe realizarse siguiendo las hojas MSDS y la guía GRE del producto.

3.3.7 Protocolo ante incendio en superficie

Antes del incendio (Prevención):

- Instalar y revisar mensualmente extintores y sistemas contra incendios.
- Difundir y capacitar al personal sobre números de emergencia y uso de extintores.
- Apagar calefactores al salir de oficinas o habitaciones.
- En polvorines: almacenar explosivos y accesorios por separado, mantener ventilación adecuada, revisar instalaciones eléctricas y colocar descargas estáticas.
- Capacitar al personal de polvorines sobre emergencias e incendios.

Durante el incendio:

- Reportar de inmediato al centro de control de emergencias (Anexo 7911, botón naranja o celulares).
- La central coordina con camiones cisterna para abastecer el camión contra incendios.
- Si es un amago de incendio y el personal está capacitado:
 - Usar extintores (según tipo: Ansul o presurizados).
 - Posicionarse a favor del viento (exterior) o con la salida a la espalda (interior).

- Dirigir el chorro a la base del fuego.
- Si el incendio se descontrola, evacuar a zona segura avisando al resto del personal.
- En caso de incendio en polvorines, evacuar en un radio de al menos 500 metros.
- El equipo de emergencia combate el fuego con trajes estructurales y respiradores, buscando contenerlo.
- Si es en polvorines y no es seguro intervenir, se permite que el material se consuma completamente.

Después del incendio:

- Se evalúa la zona afectada para asegurar que no haya brasas activas.
- Se bloquea el acceso para conservar la escena.
- Un equipo multidisciplinario evalúa riesgos, aplica medidas correctivas y autoriza el reinicio de operaciones.

3.3.8 Protocolo de respuesta ante deslizamientos y/o colapso de taludes

Antes del evento:

- El personal que trabaje en taludes debe contar con sistemas de comunicación y operar bajo buena iluminación.
- Se debe realizar identificación de peligros y control de riesgos en zonas de talud.
- La brigada de emergencia debe estar lista ante un posible llamado.

Durante el evento:

- El trabajador que detecte el deslizamiento debe informar al Centro de Control, que activará el protocolo.
- En emergencias nivel III, se notifica a comunidades cercanas y se colabora en su evacuación.
- Se realiza evacuación lateral hacia zonas seguras, evitando la dirección del deslizamiento.
- Brigadistas llegan al lugar con equipos de rescate (arnés, cuerdas, oxígeno, camillas, etc.).
- Se traslada ambulancia y personal médico a la zona.

- Se realiza conteo de personal y coordinación con supervisores para ubicar a los posibles desaparecidos.
- Se moviliza maquinaria (volquetes, retroexcavadoras) para labores de remoción y rescate.
- Si hay desaparecidos, se recopilan testimonios para definir su última ubicación.
- No se ingresará a la zona sin antes verificar la estabilidad del talud.
- El rescate inicia con llamados de voz (“SOMOS DE RESCATE, ¿ALGUIEN ME ESCUCHA?”).
- Si se detecta una víctima:
 - Se libera manualmente su cabeza para evaluar pulso y facilitar respiración.
 - Se administra oxígeno si presenta signos vitales.
 - Se alerta al personal médico para prevenir el síndrome por aplastamiento.
- Si hay víctimas mortales, se hace la recuperación y se coordina con autoridades (PNP, Fiscalía).

Después del evento:

- Se bloquea la zona del incidente.
- Se realiza una investigación de causas, con acciones correctivas y preventivas para evitar futuras recurrencias.

3.3.9 Operaciones de recuperación

Las actividades de recuperación deben comenzar lo antes posible, idealmente mientras las operaciones de respuesta aún están en curso. las decisiones tomadas durante la respuesta deben considerar la recuperación posterior.

Las operaciones de recuperación incluyen:

- **Atención a las víctimas:**

Asegurar que todos los heridos hayan sido trasladados a instalaciones médicas adecuadas.

- **Contención de la crisis:**

Confirmar que la fuente de la crisis ha sido contenida y se ha aislado o eliminado la probabilidad de daños mayores a personas, bienes, medio ambiente y la mina.

- **Gestión de medios:**

Verificar que todas las solicitudes de los medios hayan sido atendidas.

- **Fin de la crisis:**

Consultar y obtener la aprobación del comandante del incidente para anunciar formalmente el fin de la crisis. Notificar al equipo de gestión de crisis que la situación ha terminado.

- **Restauración de la infraestructura:**

Reparar estructuras y unidades de proceso dañadas para restaurar la producción. Restablecer servicios esenciales como agua, energía y comunicaciones. Limpiar vías de acceso.

- **Remediación:**

Iniciar la remediación del sitio tan pronto como sea posible bajo la dirección del comandante del incidente. En caso de fallecimientos, se debe esperar la autorización de la fiscalía y la policía para el levantamiento de cadáveres.

Relaciones Públicas

Cuando un incidente tiene impactos fuera del sitio, se deben llevar a cabo actividades de relaciones públicas. El comandante del Equipo de Control de Emergencias, junto con el Coordinador de Comunicaciones, es responsable de asegurar estas actividades. La prioridad es demostrar al público la preocupación de Volcan por la seguridad de sus vecinos.

Las actividades de relaciones públicas pueden incluir:

- Limpieza de escombros.
- Reuniones para informar al público sobre las causas del incidente y las acciones preventivas de la empresa.
- Emisión de comunicados de prensa y realización de conferencias de prensa.

- Ofrecer servicios de asesoramiento al personal de la planta y al público afectado por el incidente.

3.4 Entrenamientos y simulacros

Se espera que todos los empleados y contratistas de mina estén familiarizados con el Plan de Respuesta a Emergencias de la compañía y conozcan sus respectivos roles y responsabilidades durante una emergencia.

3.4.1 Entrenamiento de respuesta a emergencias

Para asegurar una alta preparación, el Equipo de Respuesta a Emergencias (ERE) se entrena continuamente mediante:

- Inducciones: Nuevos empleados y contratistas reciben instrucciones sobre reglas generales de emergencia y seguridad minera. Las inducciones específicas por área cubren procedimientos de evacuación, ubicación de refugios (móviles, de aire fresco o tipo carpa), puntos de reunión, y sitios de primeros auxilios y extintores. También se informa sobre peligros en el área de trabajo y equipo de protección personal.
- Capacitación continua: Videos de repaso en reuniones de seguridad y ejercicios/simulacros prácticos.
- Responsabilidad del supervisor: Todos los supervisores de Volcan y contratistas deben asegurar que sus empleados comprendan los procedimientos de emergencia de su área, reconozcan las acciones adecuadas en emergencias y estén al tanto de cualquier revisión del plan de respuesta.

Formación del Equipo de Respuesta a Emergencias (ERE):

- Los miembros y coordinadores del ERE revisan el plan anualmente y participan en ejercicios de mesa.
- Los nuevos miembros del ERE deben familiarizarse con el plan en los dos meses siguientes a su incorporación. El departamento de capacitación informará al coordinador de emergencias para que organice el entrenamiento.

Requisitos para comandantes de incidentes de operaciones de Volcan:

- ICS (Sistema de Comando de Incidentes).
- Curso de Supervisión/Gestión de Rescate de Minas.

Formación inicial del ERE (Coordinadores y capitanes):

- Consta de 200 horas (20 días) de teoría y práctica para los nominados.
- Las primeras 100 horas se enfocan en habilidades de respuesta a emergencias subterráneas, permitiendo desplegar hasta 15 personas con habilidades básicas.
- Posteriormente, los coordinadores y capitanes son responsables de capacitar al resto del ERE en sus unidades, con 100 horas (10 días) de formación.

Contenido principal de la formación para la brigada (primer entrenamiento):

- Primeros auxilios / Trauma (10 horas)
- Rescate subterráneo (80 horas)
- Extinción de incendios (10 horas)

3.4.2 Prueba de respuesta de emergencia

El Coordinador de Respuesta a Emergencias debe asegurar que el plan de emergencia sea probado con la frecuencia que exige la ley. Esto incluye simulacros de emergencias subterráneas como incendios, explosiones, caídas de rocas y atrapamientos con equipos.

Los ejercicios tienen múltiples propósitos:

- Validar los planes integrados.
- Aumentar la familiaridad con el Plan de Respuesta a Emergencias.
- Incrementar la confianza en el Plan.

Estos ejercicios permiten al personal de apoyo familiarizarse con los procedimientos, instalaciones y sistemas que usarán en emergencias reales.

Se describen cinco tipos de ejercicios:

- Ejercicio de orientación: Clases para familiarizar a los participantes con el Plan, procedimientos y enmiendas.

- Ejercicio de mesa: Presenta un escenario detallado con mensajes para estimular discusión, intercambio de información y toma de decisiones. Los participantes simulan su rol real, enfocándose en problemas específicos.
- Simulacro: Prueba una única función de apoyo (ej. evacuación, rescate, amenaza de bomba), pudiendo activar alarmas. Se enfoca en evaluar y mejorar una parte limitada de la respuesta.
- Ejercicio de coordinación: Combina un ejercicio de mesa con la activación parcial o total de un puesto de mando de incidentes y una escena simulada. Incluye comunicaciones reales/simuladas, pero no despliega recursos físicos, usando mensajes para simular la situación.
- Ejercicio a gran escala: Añade un componente de campo al ejercicio de coordinación con mensajes reales y simulados. Prueba el despliegue de recursos, involucrando a personal de políticas, coordinación, operaciones y campo. Se enfatiza la seguridad, ya que los recursos se despliegan realmente y es una situación estresante, aunque simulada.

El Coordinador de respuesta a emergencias evaluará la cantidad y tipo de ejercicios necesarios y presentará un cronograma anual al Gerente de Respuesta a Emergencias y al Gerente de Operaciones de la unidad.

Tabla 13

Cronograma de ejercicios propuestos

TIPO	PROPÓSITO DEL EJERCICIO	DURACIÓN DEL EJERCICIO (HORAS)	PÚBLICO OBJETIVO	FECHA PROPUESTA
Simulacro de evacuación subterráneo	Prueba de conciencia del personal	120 min.	Todo el personal que labora en mina	1 año
Ejercicio de orientación	Familiarización del plan táctico	30 minutos.	Comandantes de incidentes	Inicial y referencia
Entrenarse	Simular roles asociados con el plan táctico	2	Equipo de respuesta a emergencias	1 año
Ejercicio de Mesa	ERP / procedimientos de ejecución	3	Recursos locales de respuesta a emergencias externas y personal disponible del sitio	1 año
Ejercicio a escala completa	Validar la efectividad de ERP	6-8	Recursos locales de respuesta a emergencias y personal de ECT disponible en el sitio	1 / 3 años

Fuente: Elaboración propia

El informe incluirá, pero no se limita a;

- Identificar la causa raíz de la emergencia.
- Documentar adecuadamente todos los aspectos de la respuesta.
- Revise y modifique los planes y recursos existentes según sea necesario
- Lista de requisitos de informes
- Evaluar la respuesta y la cooperación de recursos externos.
- Desarrollar elementos de acción con responsabilidades asignadas y un cronograma para completar
- Elementos de acción a seguir para completar
- Elementos de acción ambiental que se deben rastrear e informar según sea necesario.

Tabla 14

Programa de simulacros

N°	SIMULACRO / MODULO	AREA	NIVEL DE LA EMERGENCIA	HORARIO
1	Accidente de tránsito en vía por pérdida de control de vehículo.	Geología	2	Diurno
2	Derrame de combustible en vehículos de recojo de residuos sólidos.	Medio ambiente	2	Diurno
3	Derrumbe / caída de rocas, en labores mineras	Geomecánica	2	Diurno
4	Evacuación de interior mina (incendio, explosión, presencia de gases, inundación, falla en el sistema de ventilación etc.) Mina/guardia con activación de los sistemas de evacuación y alarmas.	Mina	2	Diurno
5	Accidente de persona atrapada por equipo pesado.	Mantto mecánico	2	Diurno
6	Incendio en grifo principal	Logística	2	Diurno
7	Evacuación de interior mina (incendio, explosión, presencia de gases, inundación, falla en el sistema de ventilación etc.) Mina/guardia con activación de los sistemas de evacuación y alarmas.	Mina	2	Diurno
8	Quemadura de tercer grado por fogoneo en tablero eléctrico	Mantenimiento eléctrico	2	Diurno
9	Amago de incendio en áreas de habitabilidad (oficinas, campamentos, vestuarios) con evacuación del personal hacia zonas seguras.	Gestión humana	2	Diurno
10	Evacuación de interior mina (incendio, explosión, presencia de gases, inundación, falla en el sistema de ventilación etc.) Mina/guardia con activación de los sistemas de evacuación y alarmas.	Mina	2	Diurno

Fuente: Elaboración propia

En los anexos se detallan los simulacros realizados, así como los planes de mejora continua que se concluyeron de su ejecución.

3.4.3 Mejora continua

La revisión, actualización y mejora continua del Plan de Preparación y Respuesta para Emergencias y sus Protocolos (PRE), se realizarán de acuerdo con el SSOMAC,

Documentación: Control de Documentos y Registros, en los siguientes casos:

- Actualización anual de acuerdo con lo establecido en el DS 024-2016 EM. (y su modificatoria D.S 023-2017-EM.)
- Identificación de oportunidades de mejora.
- Emergencias no identificadas.
- Cambios en la estructura de la organización.
- Identificación de nuevas áreas críticas.
- Al encontrarse desviaciones en la respuesta al plan de emergencia.
- Contingencias no identificadas.
- Cuando haya cambios en la normatividad legal.

Será revisado anualmente por el Gerente de Respuesta a Emergencias, Gerente de Seguridad y SO, el Gerente de Operaciones, todos los comandantes de Incidentes y cualquier otra parte interesada designada que pueda influir en el cambio para garantizar la efectividad y relevancia de este documento.

El proceso de revisión también debe tener en cuenta los registros de riesgos del sitio / departamento y la identificación de los sistemas de gestión ambiental de los impactos y las actividades para evaluar las siguientes categorías:

- Lesiones físicas personales o riesgo potencial para la salud.
- Daño a la propiedad o proceso
- Incidentes ambientales dentro o fuera del sitio
- Incendio o daños por inundación
- Cualquier otro riesgo potencial identificado a través del análisis.

3.4.4 Costos de implementación del PPRE

Esta sección detalla los costos asociados a la implementación del Plan de Preparación y Respuesta a Emergencias en la unidad minera.

Tabla 15

Resumen global de costos

CATEGORÍA	COSTO ESTIMADO (USD)
Diagnóstico y planificación	\$15,000 – \$25,000
Capacitaciones y simulacros	\$35,000 – \$56,000
Equipamiento general	\$40,000 – \$60,000
Elementos de salvataje minero	\$86,600 – \$160,300
Infraestructura y adecuaciones	\$50,000 – \$80,000
Servicios externos y seguros	\$20,000 – \$30,000
Mantenimiento y reposición (anual)	\$10,000 – \$20,000
Monitoreo y mejora continua	\$7,000 – \$12,000

Fuente: Elaboración propia

Total estimado de implementación inicial: \$263,600 – \$443,300 USD

Costo anual de mantenimiento: \$25,000 – \$40,000 USD

Tabla 16

Costos de implementación de elementos de salvataje minero

ELEMENTO / RECURSO	CANTIDAD ESTIMADA	COSTO UNITARIO (USD)	SUBTOTAL (USD)
Equipos de respiración autónoma (SCBA)	15 equipos	\$2,500 – \$4,000	\$37,500 – \$60,000
Detector multigás portátil	10 unidades	\$1,200 – \$2,000	\$12,000 – \$20,000
Camillas tipo canastilla	5 unidades	\$800 – \$1,500	\$4,000 – \$7,500
Botiquines industriales tipo III	10 unidades	\$250 – \$400	\$2,500 – \$4,000
Radios intrínsecamente seguros	10 radios	\$500 – \$800	\$5,000 – \$8,000
Cuerdas, arneses, mosquetones	Set para 2 brigadas	\$3,000 – \$5,000	\$6,000 – \$10,000
Sistema de transporte de emergencia	1 – 2 unidades	\$8,000 – \$15,000	\$8,000 – \$30,000
Kits contra derrames químicos	6 kits	\$600 – \$800	\$3,600 – \$4,800
Iluminación de emergencia	10 puntos	\$200 – \$400	\$2,000 – \$4,000
EPP de rescate (ignífuga, térmica)	20 trajes	\$300 – \$600	\$6,000 – \$12,000

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo IV. Análisis e interpretación de resultados

4.1 Evaluación de resultados

La implementación del Plan de Preparación y Respuesta ante Emergencias (PPRE) en las operaciones ha representado un cambio estructural en la forma en que se previenen, detectan, atienden y controlan los eventos de emergencia. Esta transformación ha permitido no solo mejorar los tiempos de respuesta ante eventos críticos, sino también reducir drásticamente sus consecuencias humanas, económicas y operativas. Los siguientes resultados se han logrado gracias a la ejecución integral del PPRE en todos los niveles de la organización.

4.1.1 *Tiempos de respuesta*

Uno de los pilares fundamentales del PPRE ha sido la optimización de los tiempos de respuesta ante eventos de emergencia, donde cada minuto cuenta. Se mejoraron los protocolos de comunicación, los sistemas de alarma, los planes de evacuación, y se fortaleció el entrenamiento continuo del personal de primera respuesta y brigadas.

Tabla 17

Reducción de tiempos críticos de respuesta

INDICADOR	ANTES DEL PPRE	DESPUÉS DEL PPRE	BENEFICIO MEDIBLE
Evacuación	15–20 min	5–10 min	Reducción del 50%
Activación del plan	10 min	< 5 min	Mejora del 50%
Atención prehospitalaria	> 20 min	< 10 min	Reducción del 50%
Localización de personal	≥ 30 min	< 10 min	70% de mejora

Fuente: Elaboración propia

Estas mejoras se lograron mediante: la instalación de sistemas de comunicación más eficientes, simulacros de alta frecuencia, mejora de la infraestructura de evacuación, uso de dispositivos de localización personal y entrenamiento en protocolos de emergencia.

4.1.2 *Consecuencias humanas*

El fortalecimiento del componente humano en la gestión de emergencias ha sido una prioridad. Gracias al PPRE, se ha logrado minimizar las tasas de accidentes, lesiones graves y posibles fatalidades, no solo en simulacros sino también en eventos reales.

Tabla 18*Reducción de consecuencias humanas*

INDICADOR	ANTES DEL PPRE	DESPUÉS DEL PPRE	BENEFICIO ESTIMADO
Lesiones graves por año	2 – 3 casos	0 – 1 casos	Reducción de 60–80%
Tasa de fatalidad (simulada)	10–20%	0–5%	Reducción de 75%
Personal sin plan de escape	> 30%	0%	100% capacitado

Fuente: Elaboración propia

La universalización del uso de autorescatadores, la cobertura de entrenamiento a todos los turnos y niveles jerárquicos, y el diseño de planes de evacuación individuales han sido elementos clave en estos resultados.

4.1.3 Costos asociados a emergencias

El impacto económico de una emergencia mal gestionada puede ser devastador. El PPRE ha contribuido a mitigar estos riesgos mediante la reducción de paradas no planificadas, mejora en la gestión médica y eliminación de multas normativas.

Tabla 19*Reducción de costos asociados a emergencias*

COSTO ASOCIADO	ANTES DEL PPRE	DESPUÉS DEL PPRE	BENEFICIO ECONÓMICO
Paradas no planificadas	\$50K–\$150K	\$10K–\$30K	Ahorro de \$40K–\$120K por evento
Atención médica externa	\$20K/herido grave	\$5K/herido leve	Reducción del 75%
Multas normativas	Hasta \$250K	0	Eliminación de sanciones

Fuente: Elaboración propia

Estos beneficios se vinculan directamente a una respuesta más rápida y efectiva, una mejor coordinación con las áreas médicas, y una alineación total con las normativas legales y regulatorias vigentes (DS 024-2016-EM, OHSAS 18001, ISO 45001).

4.1.4 Indicadores de seguridad

El desempeño del sistema de emergencias se ve reflejado en la mejora sostenida de los principales indicadores clave de desempeño (KPI). Estos resultados evidencian una consolidación del sistema como parte de la cultura organizacional.

Tabla 20*Mejora en indicadores de seguridad*

INDICADOR KPI	META
Simulacros con éxito	≥ 95%
Evacuación <10 minutos	≥ 90%
Brigadistas certificados por turno	≥ 10
Cumplimiento legal (DS 024-2016-EM)	100%
Mejora anual en respuesta	≥ 15%

Fuente: Elaboración propia

La implementación de estos indicadores permite un monitoreo constante del sistema y su alineación con los objetivos estratégicos de la organización.

4.1.4.1 Impacto en la gestión de riesgos operativos. El enfoque preventivo del PPRE ha mejorado el perfil de riesgo de la operación, elevando los niveles de control sobre los eventos críticos:

- Reducción del nivel de riesgo en matrices IPERC, especialmente en actividades como perforación, sostenimiento y transporte.
- Mejora en auditorías internas y externas, aumentando el puntaje en estándares internacionales como ISO y OHSAS.
- Incremento de la continuidad operativa, al minimizar interrupciones inesperadas y aumentar la resiliencia de las operaciones.

Estos avances han reforzado la confianza de las partes interesadas y contribuyen a una gestión de riesgos más estratégica e integrada.

4.1.4.2 Impacto en ESG y cultura organizacional. La implementación del PPRE ha impactado favorablemente en los pilares de sostenibilidad y cultura interna:

Tabla 21*Mejora en indicadores de seguridad*

ÁREA	BENEFICIO CUANTIFICABLE
Social (S)	Mayor confianza del trabajador y la comunidad
Gobernanza (G)	Cumplimiento trazable y auditable
Engagement del personal	Participación en capacitaciones > 90%
Puntaje en evaluaciones externas	Mejora ≥ 15%

Fuente: Elaboración propia

El involucramiento activo del personal en simulacros, capacitaciones, roles de brigadistas y comités de emergencia ha generado una cultura de seguridad más madura, participativa y resiliente.

El despliegue del PPRE ha marcado un hito en la evolución de la gestión de emergencias en nuestras operaciones.

Los beneficios obtenidos son tanto cuantitativos como cualitativos, y su sostenibilidad dependerá de la mejora continua, el compromiso institucional y la adaptación a nuevos escenarios de riesgo.

Este capítulo evidencia que una organización preparada no solo responde mejor ante crisis, sino que protege vidas, asegura continuidad y fortalece su reputación en el sector.

4.2 Validación de hipótesis

En esta sección se realizara la prueba de hipótesis estadística, por lo que se empieza planteando la hipótesis nula y alterna.

H_0 : Una mayor capacidad de respuesta de las brigadas de emergencia no reducirá significativamente el riesgo operacional y los tiempos de intervención ante emergencias en minería subterránea.

H_A : Una mayor capacidad de respuesta de las brigadas de emergencia reducirá significativamente el riesgo operacional y los tiempos de intervención ante emergencias en minería subterránea.

Como muestra y población se usara la data recopilada de un año de simulacros realizados en la unidad minera, después de implementar las estrategias de gestión de emergencias. Y se comparara con los resultados antes de implementar. En la siguiente tabla se muestran los tiempos de respuesta de los eventos.

Tabla 22

Mejora en indicadores de seguridad

PERIODO	TIEMPOS DE RESPUESTA A EMERGENCIAS (SIMULACROS)	
	ANTES DE IMPLEMENTAR (minutos)	DESPUES DE IMPLEMENTAR (minutos)
Enero	50	45
Febrero	60	35
Marzo	80	60
Abril	45	45
Mayo	50	30
Junio	40	50
Julio	35	35
Agosto	60	30
Setiembre	75	45
Octubre	50	45
Noviembre	55	30
Diciembre	40	50

Fuente: Elaboración propia

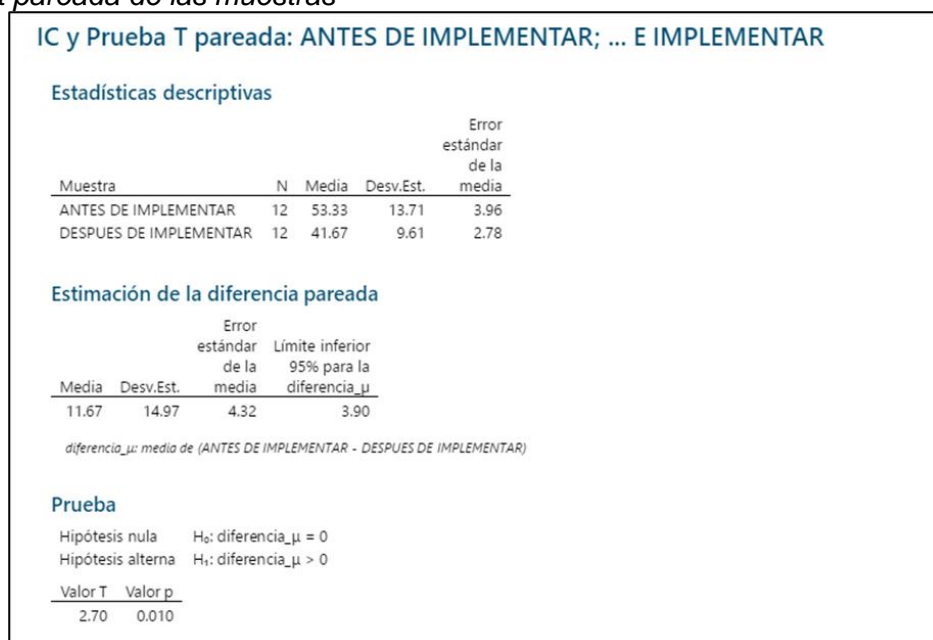
Para este caso el tamaño de muestra es de $n = 12$, por lo que la prueba a realizar será una prueba t pareada, donde se comparara dos muestras con $n < 30$.

El nivel de confianza será de 95%, por lo que el grado de significancia es de 0.05.

Para poder rechazar la hipótesis nula, el valor de p debe ser menor a 0.05. tenemos:

Figura 10

Prueba t pareada de las muestras



Fuente: Elaboración propia

Como se observa, el valor de p es menor a 0.05. Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Por lo tanto, Una mayor capacidad de respuesta de las brigadas de emergencia reducirá significativamente el riesgo operacional y los tiempos de intervención ante emergencias en minería subterránea.

Conclusiones

La implementación del PPRE ha generado mejoras sustanciales en los tiempos críticos de atención ante emergencias. La evacuación se redujo de 15–20 minutos a 5–10 minutos, y la localización de personal pasó de ≥ 30 minutos a menos de 10 minutos, logrando una mejora del 70%. Estos resultados reflejan una preparación más efectiva de las brigadas y una mayor capacidad operativa para actuar ante incidentes críticos.

Gracias al fortalecimiento del entrenamiento y al cumplimiento riguroso de los protocolos, se logró reducir las lesiones graves de 2–3 casos anuales a un máximo de 1, y la tasa de fatalidad simulada bajó del 10–20% a 0–5%. Asimismo, el 100% del personal cuenta ahora con un plan de escape conocido, lo que elimina situaciones de desorientación o respuesta tardía.

El nuevo enfoque ha permitido importantes ahorros operacionales. Las paradas no planificadas, que anteriormente costaban hasta \$150,000 por evento, se redujeron a un rango de \$10,000–\$30,000. Los costos de atención médica también disminuyeron un 75%, y se eliminaron multas regulatorias de hasta \$250,000 gracias al cumplimiento normativo reforzado.

Se logró una reducción del nivel de riesgo crítico en matrices IPERC (de 5 a 3 o menor), y se observó una mejora significativa en auditorías internas y externas. Además, indicadores clave como los simulacros exitosos ($\geq 95\%$) y la evacuación en menos de 10 minutos ($\geq 90\%$) muestran una mejora sostenida del desempeño.

El PPRE ha contribuido a consolidar una cultura de seguridad sólida. Más del 90% del personal participa activamente en capacitaciones, y las evaluaciones externas de sostenibilidad han mejorado al menos un 15%. Se ha fortalecido la gobernanza interna, con trazabilidad en los procesos y mayor confianza de los trabajadores y la comunidad.

Recomendaciones

Se recomienda establecer un programa de formación continua para brigadistas que contemple tanto entrenamiento teórico como práctico (rescate, primeros auxilios, manejo de equipos y control de incendios). Se sugiere que cada brigadista reciba al menos 100 horas anuales de entrenamiento especializado, alineado con los estándares del Sistema de Comando de Incidentes (ICS) y prácticas de rescate en minería subterránea.

Para mantener una alta preparación operacional, se debe realizar simulacros trimestrales por turno y unidad, incluyendo escenarios complejos como incendios en frentes ciegos, derrumbes y fugas de gases. Los resultados deben ser evaluados rigurosamente y compartidos con todo el personal para generar retroalimentación y mejora continua.

El Plan de Preparación y Respuesta ante Emergencias (PPRE) debe ser revisado y actualizado anualmente, incorporando las lecciones aprendidas de simulacros y eventos reales, así como las nuevas disposiciones legales. Además, los indicadores de desempeño (KPIs) deben ser monitoreados mensualmente para garantizar que se mantengan por encima de los umbrales establecidos.

Referencias bibliográficas


- 1 Adjiski, V., Mirakovski, D., Despodov, Z., & Mijalkovski, S. (2015). *Simulation and optimization of evacuation routes in case of fire in underground mines*. Journal of Sustainable Mining, 14(3), 133–143.
- Alexander, D. (2002). *Principles of Emergency Planning and Management*. Oxford University Press.
- Congreso de la República del Perú. (1993). *Constitución Política del Perú*.
- Congreso de la República del Perú. (2011). *Ley N.º 29783 – Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo*.
- Haddow, G., Bullock, J., & Coppola, D. P. (2017). *Introduction to Emergency Management* (6th ed.). Butterworth-Heinemann.
- ISO. (2018). ISO 22320:2018 – *Security and resilience – Emergency management – Guidelines for incident response*.
- ISO. (2018). ISO 31000: *Risk Management – Guidelines*. International Organization for Standardization.
- ISO. (2018). ISO 45001:2018 – *Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use*.
- Kowalski-Trakofler, K. M., Vaught, C., Brnich, M. J., & Jansky, J. H. (2010). *A Study of First Moments in Underground Mine Emergency Response*. Journal of Homeland Security and Emergency Management, 7(1). doi:10.2202/1547-7355.1652
- Martínez, J. A. (2022). *Diseño y aplicación del plan de preparación y respuesta para emergencias en la prevención de riesgos a la salud y seguridad en la E.C.M. Urqu S.A.C. – Compañía Minera Lincuna S.A.* [Tesis de ingeniería de minas, UNCP]. Repositorio UNCP.
- Meneses, J. M. (2020). *Plan de preparación y respuesta a emergencias para minimizar los riesgos a la salud, seguridad y medio ambiente en las minas del Perú*. [Tesis de pregrado, UNCP]. Repositorio UNCP.

- Ministerio de Energía y Minas. (2016). *Decreto Supremo N.º 024-2016-EM* – Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería. Perú.
- Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo. (2012). *Decreto Supremo N.º 005-2012-TR* – Reglamento de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo
- Perry, R. W., & Lindell, M. K. (2007). *Emergency Planning*. John Wiley & Sons.
- Rojas, L. J. (2018). *Propuesta de implementación del plan de preparación y respuesta a emergencias para minimizar impactos en la unidad minera – Apurímac*. [Trabajo de investigación, UPN]. Repositorio UPN.
- Salami, O. B., Xu, G., Kumar, A. R., & Pushparaj, R. I. (2023). *Underground mining fire hazards and the optimization of emergency evacuation strategies (EES): The issues, existing methodology and limitations, and way forward*. *Process Safety and Environmental Protection*, 177, 617–634. doi:10.1016/j.psep.2023.07.012.

Anexos


	Pág.
Anexo 1: Simulacro de caída de rocas en mina	1
Anexo 2: Simulacro de caída de persona a diferente nivel.....	5
Anexo 3: Simulacro de incendio y explosión – Nivel II	10
Anexo 4: Plano de ubicación de refugios y vías de escape de la mina	15

Anexo 1: Simulacro de caída de rocas en mina

	REGISTRO		Código	REG-VOL-GLO-COP-051		
			Revisión	00		
	Informe de Simulacro		Área	SSO		
			Páginas	1 / 8		

Código SSOMAC: 2L24-00042

DATOS GENERALES										
Unidad: San Cristobal										
Objetivo General: 1. Evaluar la capacidad de atención ante una emergencia en el lugar de las labores mineras. Así mismo de las áreas de apoyo (mina, respuesta a emergencias, área Médica, centro de control).										
Objetivos Específicos: 1. Evaluar la eficacia de la organización para la respuesta ante una emergencia de nivel I, capacidad de respuesta del personal, capacidad de la brigada de respuesta a emergencias y funcionamiento del comité de incidentes de escena. 2. Cuantificar el tiempo de respuesta del personal ante este tipo de emergencia para mitigar los efectos. 3. Identificar fortalezas y debilidades en la toma de decisiones y ejecución de acciones realizadas durante una situación de emergencia. 4. Identificar debilidades y proponer mejoras.										
Alcance:	El simulacro tendrá un alcance al personal que labora en BP_690 nivel 780 (labor en rehabilitación).									
EVENTO SIMULADO				NIVEL DE INFORMACIÓN						
Derrumbe / Caída de rocas en labores mineras.				Avisado	X	No Avisado				
NIVEL DE CLASIFICACIÓN			NIVEL DE ACTIVACIÓN							
Nivel Amarillo	X	Nivel Naranja		Nivel Rojo		ERE	X	COE		CC
Lugar de realización del ejercicio	BP_690 NIVEL 780, ZONA 1 San Cristóbal									
Hipótesis	Siendo las 10.00 horas, cuando el personal operador y ayudante de equipo emperador en interior mina laboraba con normalidad, en la actividad de sostenimiento con perno helicoidal y malla electrosoldada, transcurrido 40 minutos de trabajo en lo que el Sr. Rafael Palacios se encontraba insertando cartuchos de cemento y resina en el equipo para la inyección en el taladro, identifica una fractura en el hastial derecho de la labor comentándole de inmediato a su maestro el cual le indica que se realice el desate manual y elimine esa condición no percatándose de que esta fractura estaba comprometida hasta la corona, Rafael continúa con el desate de roca ubicando la uña de la barretilla en la fractura y hace palanca forzando la roca causando desestabilidad parte de la coma y hastial, producto de ello se desprende una roca golpeando el hombro y pierna derecha del colaborador. Observando lo sucedido el Sr. Alexander Sanchez comunica al Central de emergencia y a su supervisor José Tuesta de lo ocurrido. Se busca el apoyo de una camioneta cercana para evacuar al personal lesionado. El Sr. Alexander le brinda los primeros auxilios al ayudante usando el botiquín del equipo emperador. Al término de la primera atención, el ayudante es trasladado a superficie por la bocamina 995 hacia la posta médica para ser atendido por el medico de turno.									


	REGISTRO	Código	REG-VOL-GLO-COP-051
		Revisión	00
	Informe de Simulacro	Área	SSO
		Páginas	2 / 8

Fecha:	31/07/2024	Hora:	10.13:00	Turno:	DIA
Área responsable del evento	Operaciones Mina SC				
Áreas involucradas	1. Operaciones mina SC □ 2. Seguridad 3. Seguridad Patrimonial	4. Central de Emergencias 5. Respuesta a emergencias 6. Centro médico			
Recursos y equipos de emergencia utilizados	1. Camionetas 2. Radio tetra - Canal de emergencia	3. Maletín de soporte básico de vida 4. Camillas			
Participantes y Número de Participantes	1. trabajadores de mina 2. Conductor de camioneta	3. CIGORE y Central de emergencias. 4. Area medica - Central de emergencias			
Hora Inicio:	10:13:00	Hora Finalización:	11:26:00	Duración Total:	01:13 horas

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO (Línea de tiempo)

HORA	ACTIVIDAD	OBSERVACIONES
10:20 horas	En circunstancias que el Sr. Rafael Palacios se encontraba realizando el desate manual del hastial derecho hace palanca lo que produce que se desprenda un fragmento de roca golpeándole el hombro y pierna derechos.	
10:26 horas	Por radio tetra el Sr. Alexander Sanchez (operador de equipo), llama a centro de control por el canal 1 de Operaciones SCR, ante lo cual Cigore copia el mensaje. Y posterior a ello Alexander llama a Jose Tuesta (jefe de Mina) para comunicar lo sucedido.	Durante la comunicac se evidencia demasia interferencia por la intervención de otros colaboradores.
10:33 horas	Llega a la ubicación del evento la camioneta de Seguridad Volcan, con el inspector de seguridad Roger Salvador e ingeniera senior de seguridad Gaby Olazo para brindar el soporte de traslado del personal accidentado.	
10:40 horas	Brindado los primeros auxilios por el operador del equipo se sube a la camioneta al accidentado para ser trasladado a superficie por la RP_325. Informando a Cigore la salida por la rampa hacia superficie, solicitando que se comunique a todos los equipos para liberar la vía por la ruta de salida.	La comunicación de CIGORE para liberar l vía de evacuación fue oportuna, permitiendo que los equipos se refugien a tiempo.
11:04 horas	La camioneta con el accidentado llega a superficie por la bocamina 500, donde la ambulancia esperaba. Se inicia el traslado hacia la posta médica con la ambulancia por delante abriendo pase.	Se dio una comunicac oportuna al centro médico para la atención al paciente
11:13	La camioneta con el personal accidentado llega a la posta médica, y se inicia las atenciones por parte del personal médico.	El doctor evalúa a la víctima
11:22	Se realiza la reunión informando el desarrollo y las mejoras del simulacro.	

OBJETIVOS ESPECÍFICOS EVALUADOS

	REGISTRO		Código	REG-VOL-GLO-COP-051
			Revisión	00
	Informe de Simulacro		Área	SSO
			Páginas	3 / 8

Objetivo	Resultado	Implementación de plan	Descripción del Logro	% de Aprobación
Evaluar la eficacia de la organización para la respuesta ante una emergencia de nivel I, capacidad de respuesta del personal, capacidad de la brigada de respuesta a emergencias y funcionamiento del comité de incidentes de escena.	Óptimo	Cumplimiento con el procedimiento de reporte ante un evento no deseado	El personal reportó adecuadamente lo sucedido, de manera clara y concreta por canal de operaciones 1.	95%
Cuantificar el tiempo de respuesta del personal ante este tipo de emergencia para mitigar los efectos.	Óptimo	El personal respondió efectivamente ante las coordinaciones por radio para la evacuación del accidentado	Cigore, cumplió con el soporte para que la comunicación sea fluida y se liberó la vía para un traslado en menor tiempo.	90%
Identificar fortalezas y debilidades en la toma de decisiones y ejecución de acciones realizadas durante una situación de emergencia.	Óptimo	Se identificaron las fortalezas y debilidades	Se tomó la decisión inmediata sobre la ruta de evacuación a superficie más cercana.	90%

ANÁLISIS DE RESULTADO


Objetivo 1. Desde el momento en que sucede el evento, el personal que acompaña mantiene la calma en todo momento y brinda el reporte claro a centro de control.

Objetivo 2. Ante la comunicación de la emergencia, el canal de operaciones 1, continuaba saturado lo cual genera demora en el reporte.

Objetivo 3: El personal de Cigore, demostró el compromiso y brindo todo el soporte durante la evacuación del personal accidentado con una comunicación fluida.

SIMULACRO EVALUADO

Resultado	Implementación de plan	Descripción del Logro	% de Aprobación
Óptimo	El plan cumple las expectativas ante una situación de emergencia para mina San Cristobal.	El personal de la mina involucrado en el simulacro se queda con la experiencia y conocimiento para saber actuar ante una situación real.	90 %

	REGISTRO	Código	REG-VOL-GLO-COP-051
		Revisión	00
	Informe de Simulacro	Área	SSO
		Páginas	4 / 8

ANÁLISIS DEL SIMULACRO

Aspectos Positivos

1. El simulacro se cumplió de acuerdo con el Plan establecido, se cumplió con simular la hipótesis de la emergencia en el momento y lugar definido.
2. Se realizó de forma comunicativa, eficiente y se logró la participación e involucramiento del personal de Volcan.
3. El reporte fue oportuno, claro y conciso, siguiendo los pasos de la metodología PAS.

Aspectos por Mejorar

Item	DEBILIDADES	ACCION CORRECTIVA	RESPONSABLE	PLAZO
1	En superficie los equipos no dan prioridad de pase a la ambulancia	En la reunión de seguridad la Superintendencia Mina hará la recomendación sobre la prioridad de pase en una emergencia.	Jorge Gonzales / Walter Simeon	20/11/2024
2	No había silencio radial para las comunicaciones de la atención de la emergencia (simulacro).	En la reunión de seguridad la Superintendencia Mina hará la recomendación sobre el silencio radial durante la comunicación de la emergencia.	Jorge Gonzales / Walter Simeon	20/11/2024
3				

Conclusiones


1. El tiempo de respuesta por parte del personal médico fue adecuado.
2. El reporte de lo sucedido fue claro y concreto, por parte del personal que estuvo con el accidentado.
3. La respuesta y atención del personal médico fue oportuno.
4. El simulacro nos permitió adquirir nuevas destrezas y habilidades ante una situación de emergencia.

REGISTRO FOTOGRÁFICO

Personal accidentado luego de ser impactado por un fragmento de roca, a la espera de una movilidad para ser evacuado




Anexo 2: Simulacro de caída de persona a diferente nivel

	REGISTRO		Código	REG-VOL-GLO-COP-051		
			Revisión	00		
	Informe de Simulacro		Área	SSO		
			Páginas	1 / 11		


2L-2400002

DATOS GENERALES											
Unidad: SAN CRISTÓBAL											
Objetivo General:											
<ol style="list-style-type: none"> Identificar fortalezas y debilidades en la toma de decisiones y ejecución de acciones realizadas durante una situación de emergencia. 											
Objetivos Específicos:											
<ol style="list-style-type: none"> Evaluar la eficacia de la organización para la repuesta ante una emergencia de nivel I, capacidad de respuesta del personal, capacidad del centro de control y de la supervisión. Cuantificar el tiempo de respuesta del personal ante este tipo de emergencia para mitigar los efectos. Comprobar que la alerta/alarma se transmite adecuadamente dentro del escenario suscitado. 											
Alcance:	El simulacro tendrá alcance al personal en general que labora en la unidad San Cristóbal, haciendo un foco el área de operaciones mina en la actividad de Caída de persona diferente nivel en tajos de taladros largos.										
EVENTO SIMULADO				NIVEL DE INFORMACIÓN							
CAÍDA DE PERSONA A DIFERENTE NIVEL EN TAJOS DE TALADROS LARGOS.				Avisado	X	No Avisado					
NIVEL DE CLASIFICACIÓN			NIVEL DE ACTIVACIÓN								
Nivel Amarillo	X	Nivel Naranja		Nivel Rojo		ERE	X	COE		CC	
Lugar de realización del ejercicio	Zona I – Nv 780 -Tj_82_3/2E - San Cristóbal.										
Hipótesis	Siendo las 15:00 pm, el maestro cargador Sabino Ventura y el ayudante Marco Gutierrez se encontraban en el Tj_82_P32E Veta Sheyla Nivel 780 de la Zona I de San Cristóbal realizando la actividad de carguío de taladros largos. El ayudante cuando se dirigía a realizar el carguío de taladros se tropieza y cae en vacío al piso (30 cm). En ese momento el maestro cargador se percata y acude a su auxilio, indicándole el ayudante que se encontraba bien y que tenía un raspón. En seguida, el maestro cargador comunica a Central de Emergencia Anexo 7911 y después al Jefe de Guardia Richard Dávila. De inmediato, el jefe de guardia comunica al Jefe de Mina Jose Tuesta por radio. El Jefe de Guardia llega a la labor en camioneta a las 15:30. Luego de haber verificado que el ayudante se encontraba bien, se continuó con las actividades.										
Fecha:	29 / 02 / 2024		Hora:	15:00		Turno:	DIA				
Área responsable del evento	Operaciones Mina San Cristóbal										
Áreas involucradas	1. Operaciones Mina										
Recursos y equipos de emergencia utilizados	1. Radio de comunicación 2. Camioneta			4. Camioneta de Respuesta de Emergencias							

	REGISTRO	Código	REG-VOL-GLO-COP-051
		Revisión	00
	Informe de Simulacro	Área	SSO
		Páginas	2 /11

2L-2400002

	3. Equipos básicos para primeros auxilios		
Participantes y de Participantes	1. 2 trabajadores en interior mina 2. 1 Jefe de Guardia 3. 1 Jefe de Mina		
Brigadistas que llegaron en el tiempo estimado		Brigadistas estimados que llegarían en el tiempo estimado	Porcentaje
0		0	NA
Hora Inicio:	17:15	Hora Finalización:	18:05
		Duración Total:	50 min
Instituciones involucradas			
DURACIÓN DEL SIMULACRO			
Duración Estimada		Duración Real	Duración de Anterior Simulacro
45 min		50 min	-
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO (Línea de tiempo en campo)			
HORA	ACTIVIDAD	OBSERVACIONES	
17:05	El Simba termina de perforar los taladros programadas en el Tj 82 3/2E y comienza su retiro de la labor para iniciar el carguío de taladros largos.		
17:10	El maestro de carguío, Sabino Ventura , y su Ayudante, Marco Gutierrez, inician con el traslado de accesorios de voladura y explosivos para iniciar con el carguío de taladros largos.		
17:15	El ayudante Marco Gutierrez, trasladando una bolsa de explosivo no se percata de un desnivel de 30 cm que habia en el piso y cae.		
17:17	El Sr. Sabino Ventura al percatarse de lo sucedido acude a ayudar a su compañero e inmediatamente reporta a su jefe de guardia, Richard Dávila, quien comunica al jefe de mina José Tuesta y se dirige inmediatamente a la labor.		
17:20	Josué Tuesta comunica el evento a Central de Emergencia, quien inmediatamente se comunica con el coordinador de respuesta a emergencia para evaluar el incidente.		
17:30	El Ing. Richard Dávila, jefe de guardia, llega al punto en donde se encontraba Marco Gutierrez y verifica que este se encontraba bien y que solo presentaba un pequeño raspón en la mano por lo que comunica a José Tuesta.		
17:40	Orlando Rivera coordinador de respuesta a emergencia se comunica con Richard Dávila para verificar el estado del accidentado, quien comunica que Marco Gutierrez se encontraba bien y podía seguir con sus labores.		


	REGISTRO	Código	REG-VOL-GLO-COP-051
		Revisión	00
	Informe de Simulacro	Área	SSO
		Páginas	3 / 11

2L-2400002

17:45	Se realiza una reunión de cierre con todas las partes involucradas, para deliberar las fortalezas y debilidades encontradas.	
Línea de Tiempo (Comunicaciones de Centro de Emergencia)		
17:30	CIGORE recibe llamada de información acerca del raspón que ha sufrido el ayudante de carguío.	
17:31	CIGORE realiza la comunicación a Respuesta a Emergencia	
17:36	Respuesta a Emergencia realiza llamada a la Posta Médica.	
17:38	Respuesta a Emergencia realiza llamada a Superintendencia de Seguridad.	
17:42	Respuesta a Emergencia realiza llamada a Superintendencia de Proyectos.	
17:43	Respuesta a Emergencia realiza llamada al Asistencia Social.	
17:46	Respuesta a Emergencia realiza llamada a Superintendencia de Gestión Humana.	
17:51	Respuesta a Emergencia realiza llamada a Superintendencia de Mina.	
17:52	Respuesta a Emergencia realiza llamada a Seguridad Patrimonial.	
17:54	Respuesta a Emergencia realiza llamada a SIRIUS.	

OBJETIVOS ESPECÍFICOS EVALUADOS

Objetivo	Resultado	Implementación de plan	Descripción del Logro	% de Aprobación
Evaluar la eficacia de la organización para la repuesta ante una emergencia de nivel I, capacidad de respuesta del personal, capacidad de respuesta de la supervisión y de centro de control.	La respuesta por parte del personal, supervisión y por parte de la central de emergencia fue inmediata.		Desde el momento que se reportó el simulacro la comunicación por parte de la central de emergencias fue eficaz.	100%
Cuantificar el tiempo de respuesta del personal ante este tipo de emergencia para mitigar los efectos y daños que pudiera ocasionar el evento.	Se cronometró de manera minuciosa el tiempo de llegada		Se contó con la participación de 2 veedores los cuales cronometraron la llegada de los supervisores hasta el punto en el que se suscitó el incidente.	100%
Comprobar que la alerta/alarma se transmite adecuadamente dentro del escenario suscitado.	La comunicación del evento se realizó en el punto suscitado de manera correcta.		La comunicación se realizó por parte de la supervisión al Centro de Emergencia de manera correcta.	100%

	REGISTRO	Código	REG-VOL-GLO-COP-051
		Revisión	00
	Informe de Simulacro	Área	SSO
		Páginas	4 /11

2L-2400002

--	--	--	--

ANÁLISIS DE RESULTADO

Respecto a la evaluación de la eficacia de la organización se pudo verificar que desde el momento que se reportó el simulacro, la comunicación por parte de la central de emergencias fue eficaz y puntual, sin embargo, se presentó dificultad en la recepción de señal de la radio de jefe de guardia cuando estaba reportando el estado del accidentado.

Partiendo del objetivo de cuantificar el tiempo de respuesta del personal de emergencias, en todo momento fue eficaz, la comunicación y el tiempo de llegada que está en el tiempo óptimo para una respuesta ante un evento como la que se presenció.

La comunicación se transmitió de manera rápida sin embargo se observa oportunidad de mejora en el flujo de comunicación.

SIMULACRO EVALUADO

Resultado	Implementación de plan	Descripción del Logro	% de Aprobación
100%	100%	El simulacro de Caída de persona a diferente nivel en tajos de taladros largos se ejecutó de manera correcta de acuerdo con el plan presentado.	100%

ANÁLISIS DEL SIMULACRO

Aspectos Positivos


1. La supervisión asignada (Seguridad, Jefes de Mina y Coordinador de Respuesta a Emergencia), cumplen con el reporte de manera eficaz ante el evento suscitado en la Mina San Cristóbal – Nv: 780 – Tj_82_P3/2 E
2. Las jefaturas y Supervisión realizaron la comunicación de manera rápida, sin embargo, se evidencia como oportunidad de mejora un feedback sobre el flujograma.
3. Centro de Emergencia hace adecuadamente el reporte y seguimiento del personal accidentado.
4. Durante el evento las jefaturas directas mantuvieron la calma, informaron y realizaron continuo seguimiento del estado del accidentado.

Aspectos por Mejorar

DEBILIDADES	ACCION COORECTIVA	RESPONSABLE	PLAZO
Al momento de realizar los reportes del evento se presentaron deficiencias en la señal de radio.	Mejorar la conectividad de las radios en el TJ 82_P32-E.	Gino Aguilar Taype	03/03/2024
El flujo de comunicación para el reporte no se dio de manera correcta.	Capacitar a jefes de guardia y jefes de mina sobre el flujograma del plan de respuesta a emergencia.	José Tuesta	15/03/2024

Conclusiones

1. La supervisión asignada (Seguridad, Jefes de Mina, Coordinador de respuesta a emergencia), cumplen con el reporte de manera eficaz ante el evento suscitado en el tajo.

	REGISTRO	Código	REG-VOL-GLO-COP-051
		Revisión	00
	Informe de Simulacro	Área	SSO
		Páginas	5 / 11

2L-2400002

2. Las jefaturas y Supervisión realizaron la comunicación de manera rápida, sin embargo, se evidencia como oportunidad de mejora un feedback sobre el flujograma.
3. El Centro de Emergencia hace adecuadamente el reporte y seguimiento del personal accidentado.
4. Durante el evento las jefaturas directas mantuvieron la calma, informaron y realizaron continuo seguimiento al estado del afectado.

REGISTRO FOTOGRÁFICO


El equipo termina de perforar los taladros en el Tj_82_P3/2 E




Colaborador cae al piso producto de un pequeño vacío (30 cm).



Anexo 3: Simulacro de incendio y explosión – Nivel II

	REGISTRO		Código	REG-VOL-GLO-COP-051						
			Revisión	00						
	Informe de Simulacro		Área	SSO						
			Páginas	1 / 14						
CODIGO SSOMAC: 2L24-00027										
DATOS GENERALES										
Unidad: San Cristobal										
Objetivo General:										
<p>1. VOLCAN S.A.A. – Unidad San Cristóbal, en cumplimiento con el Art. 155 inc. "a" del D.S. 024-2016-EM, su modificatoria DS 023-2017, el plan de preparación y respuesta de Emergencias 5.11.1 y Protocolo de Peligro Mortal Incendio y Explosión se organiza el simulacro por riesgo de: INCENDIO Y EXPLOSIÓN NIVEL 2 – GRIFO HUARIPAMPA. El cual permitió establecer un mecanismo de práctica para la respuesta ante una posible situación que comprometa la integridad física de los todos los colaboradores al momento de abastecer combustible.</p>										
Objetivos Específicos:										
<p>1. Evaluar la eficacia de la organización para la repuesta ante una emergencia de nivel II, capacidad de respuesta del personal, capacidad de la brigada de respuesta a emergencia.</p> <p>2. Identificar fortalezas y debilidades en la toma de decisiones y ejecución de acciones realizadas durante una situación de emergencia.</p> <p>3. Cuantificar el tiempo de respuesta del personal ante este tipo de emergencia para mitigar los efectos y daños que pudiera ocasionar el incendio en el grifo Huaripampa.</p> <p>4. Comprobar que la alerta se transmite adecuadamente dentro del escenario suscitado, a través de la activación de la alarma de emergencias en Huaripampa.</p>										
Alcance:	El simulacro tendrá alcance al personal en general que labora en el grifo Huaripampa									
EVENTO SIMULADO				NIVEL DE INFORMACIÓN						
INCENDIO Y EXPLOSIÓN NIVEL 2 – GRIFO HUARIPAMPA				Avisado	X	No Avisado				
NIVEL DE CLASIFICACIÓN				NIVEL DE ACTIVACIÓN						
Nivel Amarillo		Nivel Naranja	X	Nivel Rojo		ERE	X	COE	X	CC
Lugar de realización del ejercicio		Grifo Huaripampa								
Hipótesis		Mientras la cisterna de combustible realizaba el reabastecimiento de combustible para su actividad del turno noche; el conductor se percata la presencia de humo de la zona de las baterías, generando un corto circuito en el sistema eléctrico, afectando las estructuras de la cisterna de combustible(cabina) y a su vez generando una fisura en el tanque pequeño de combustible, ocasionando el inicio de un amago luego convirtiéndose en un incendio nivel 2.								
Fecha:	26 / 06 / 2024		Hora:	17:00 pm		Turno:	DIA			
Área responsable del evento		PERCY CARLOS BUSTIOS								
Áreas involucradas		1. LOGISTICA 2. RESPUESTA ANTE EMERGENCIA			3. EMPRESA SERVOSA CARGO SAC					
Recursos y equipos de emergencia utilizados		1. EXTINTORES PORTATILES			3. AMBULANCIA CAMIONETA DE RESPUESTA ANTE EMERGENCIA					

	REGISTRO	Código	REG-VOL-GLO-COP-051
		Revisión	00
	Informe de Simulacro	Área	SSO
		Páginas	2 / 14

	2. EXTINTORES RODANTES		4. CAMION CONTRA INCENDIOS		
Participantes y Número de Participantes	1. BRIGADA DE RESCATE 2. 1 SUP. OPERATIVO 3. 1 SUP SSOMA 4. 1 FISCALIZADOR 5. 2 OPERADORES DE DESPACHO		6. 1 TECNICO MECANICO 7. 2 CONDUCTOR DE CISTERNA DE COMBUSTIBLE 8. JEFE DEL AREA DE LOGISTICA		
Brigadistas que llegaron en el tiempo estimado	4		Brigadistas estimados que llegarían en el tiempo estimado	5	
				90%	
Hora Inicio:	17:00	Hora Finalización:	18:00	Duración Total:	1hora
Instituciones involucradas	1. -		2. -		
DURACIÓN DEL SIMULACRO					
Duración Estimada		Duración Real		Duración de Anterior Simulacro	
60 MINUTOS		60 MINUTOS		-	
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO (Línea de tiempo)					
HORA	ACTIVIDAD				OBSERVACIONES
17:00 horas	El operador de despacho realiza reabastecimiento de combustible a la cisterna de combustible en el grifo Huaripampa.				
17:04 horas	El conductor de cisterna de combustible se percata la presencia de humo de la zona de las baterías.				
17:06 horas	El operador de despacho ingresa a la oficina del grifo Huaripampa a dar aviso inmediato sobre el evento a la Supervisora SSOMA de la empresa SERVOSA				
17:07	La supervisora de Seguridad de la empresa SERVOSA realizó la llamada a la central de emergencias 7911 para dar el soporte informando el evento suscitado en el grifo Huaripampa.				
17:09 horas	El supervisor de operaciones dio aviso inmediato al Jefe del área de Logística (área gestora de la empresa SERVOSA)				
17:11 horas	Ante la comunicación del operador de despacho; el conductor de cisterna de combustible se apersona a activar el master switch donde el cual no se llegó a activar (problemas eléctricos)				
17:12 horas	Al generarse un corto circuito en el sistema eléctrico, afectando las estructuras de la cisterna de combustible(cabina) y a su vez generandouna fisura en el tanque pequeño de combustible, ocasiona el inicio de un amago luego convirtiéndose en un incendio nivel 2.				
17:14 horas	El personal de la empresa SERVOSA procede a activar el protocolo de respuesta ante emergencia en caso de incendio en el grifo; colocaron las cintas de bloqueo para evitar el pase de vehículos, realizaron el uso de extintores rodantes y manuales para intentar mitigar el incendio.				



REGISTRO

Código	REG-VOL-GLO-COP-051
Revisión	00
Área	SSO
Páginas	3 /14

Informe de Simulacro


17:20	El Jefe de Logística (Percy Carlos Bustillos) llega al lugar del evento.	
17:25 horas	El personal de respuesta ante emergencias liderado por Orlando Rivera llega al lugar del evento con el camión de contraincendios y un grupo de brigadistas para mitigar el incendio.	
17:26 horas	El Sr. Orlando Rivera coordinador de respuesta a emergencias (e) llama a la Central de Emergencias indicando activar la alarma de emergencias de Huaripampa.	Central de emergencias envía a un vigilante a activar la alarma manual de la explanada Huaripampa
17:28 horas	El personal de seguridad Montes Zonzai Jose llega al lugar del evento.	
18:00 horas	Se concluye la reunión del cierre de simulacro evaluando las causas que originaron el incendio también se identificando oportunidades de mejora en cuanto a la comunicación, formas adecuadas de evacuación, tiempo de llegada por parte del área de respuesta ante emergencia.	
18:15 horas	Se culmina el simulacro.	

OBJETIVOS ESPECÍFICOS EVALUADOS

Objetivo	Resultado	Implementación de plan	Descripción del Logro	% de Aprobación
Evaluar la capacidad de respuesta del personal de la empresa SERVOSA ante una emergencia de incendio y explosión de nivel II.	La respuesta por parte de la central de emergencia fue inmediata.	-	Desde el momento que se reportó el simulacro la comunicación por parte de la central de emergencias fue inmediata y eficaz.	100%
Identificar fortalezas y debilidades en la toma de decisiones y ejecución de acciones realizadas durante una situación de emergencia.	En el momento que se realizó el cierre se identificó con claridad las fortalezas y debilidades.	-	El cierre se realizó en el grifo Huaripampa donde se identificó las fortalezas y debilidades por todos los participantes.	100%
Cuantificar el tiempo de respuesta del personal ante este tipo de emergencia para mitigar los efectos y daños que pudiera ocasionar el evento.	Se cronometró de manera minuciosa el tiempo de llegada.	-	Se contó con la participación de 1 veedores el cual cronometró la llegada del personal de respuesta ante emergencia. Mencionar que se activo el COE, sin embargo, no se apersono ningún miembro del COE	100%

ANÁLISIS DE RESULTADO

Respecto a la evaluación de la eficacia de la organización pudimos ser testigos que desde el momento que se reportó el simulacro la comunicación por parte de la central de emergencias fue eficaz y puntual.

	REGISTRO	Código	REG-VOL-GLO-COP-051
		Revisión	00
	Informe de Simulacro	Área	SSO
		Páginas	4 /14

De acuerdo con el objetivo de identificación de fortalezas y debilidades, el cierre se realizó en el grifo Huaripampa donde las partes involucradas hicieron mención las fortalezas y debilidades presenciadas en el simulacro.

Partiendo del objetivo de cuantificar el tiempo de respuesta del personal de emergencias, en todo momento fue eficaz, la comunicación y el tiempo de llegada que está en el tiempo óptimo para una respuesta ante un evento como la que se presenció.

Se observó que los supervisores reportaron correctamente el evento siguiendo el procedimiento PAS.

SIMULACRO EVALUADO

Resultado	Implementación de plan	Descripción del Logro	% de Aprobación
100%	100%	El simulacro de Incendio y Explosión NIVEL 2 en Grifo Huaripampa se ejecutó de manera correcta de acuerdo con el plan presentado.	100%

ANÁLISIS DEL SIMULACRO

Aspectos Positivos

1. Cooperación de los colaboradores del grifo Huaripampa para señalización, bloqueo del área afectada.
2. Capacidad de los colaboradores de actuar de manera inmediata utilizando extintores rodantes y manuales
3. Atención oportuna y segura por parte del área de respuesta ante emergencia.

Aspectos por Mejorar

DEBILIDADES	ACCION CORRECTIVA	RESPONSABLE	PLAZO
Deficiencia del personal por parte de SERVOSA en cuanto a la evacuación ante un incendio posteriormente de bloquear la zona afectada (evacuar en dirección contraria al viento).	Capacitación al personal del SERVOSA en evacuación correcta en caso de un incendio en grifo.	Percy Carlos Bustillos	15/07/2024

	REGISTRO	Código	REG-VOL-GLO-COP-051
		Revisión	00
	Informe de Simulacro	Área	SSO
		Páginas	5 /14

Conclusiones

1. Las áreas involucradas participaron de manera efectiva en el evento suscitado en el grifo Huaripampa.
2. Ningún directivo del COE se apersonó ante el evento suscitado en el grifo Huaripampa.
3. El simulacro permitió evaluar y medir la capacidad de respuesta frente a un incendio Nivel II grifo Huaripampa, el personal presente en el área de trabajo se involucró de inmediato en la evacuación, señalización y bloqueo del área afectada y se realizó coordinaciones para su pronta atención.

REGISTRO FOTOGRÁFICO

Figura 1:

Momento en el cual el conductor se percata la presencia de humo de la zona de las baterías.



Figura 2:

Al generarse un corto circuito en el sistema eléctrico, afectando las estructuras de la cisterna de combustible (cabina) y a su vez generando una fisura en el tanque pequeño de combustible, ocasiona el inicio de un amago luego convirtiéndose en un incendio nivel 2.



Anexo 4: Plano de ubicación de refugios y vías de escape de la mina

