

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales
Escuela Profesional de Ingeniería de Minas



Metodología para la implementación del Área de Entrenamiento de Equipos Mina para una operación minera a tajo abierto. Perú 2025

Tesis presentada por el bachiller:

Ruiz Valcarcel, Julio Javier

ORCID: 0009 - 0004 - 4590 -1598

Para optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas

Asesor:

Mg. Morales Valdivia, Javier Antonio

ORCID: 0000 - 0002 - 4761 -8911

Arequipa – Perú

2025

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA DE MINAS

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 11 de Noviembre del 2025

Dictamen: 016783-C-EPIM-2025

Visto el borrador del expediente 016783, presentado por:

2015130161 - RUIZ VALCARCEL JULIO JAVIER

Titulado:

**METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL ÁREA DE ENTRENAMIENTO DE EQUIPOS
MINA PARA UNA OPERACIÓN MINERA A TAJO ABIERTO. PERÚ 2025**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

INGENIERO DE MINAS

**40902304 - LINARES FLORES CASTRO ANTONIO ERICK
DICTAMINADOR**



**40379481 - PAREDES SALAS OMAR WILLY
DICTAMINADOR**



**41243378 - TONG LADRON DE GUEVARA JOSE CARLOS
DICTAMINADOR**



Metodología para la implementación del Área de Entrenamiento de Equipos Mina para una operación minera a tajo abierto. Perú 2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

8%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	4%
2	www.grafiati.com Fuente de Internet	2%
3	idoc.pub Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1%
5	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
6	es.scribd.com Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.pucp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	Choque Alejo, Pablo Alfredo. "Implementación de un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional para reducir los riesgos y peligros en la Minera Choque, UEA Ana Maria", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru) Publicación	<1%
9	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1%

DEDICATORIA

Dedicado a las personas que iluminan mi vida:

A mis padres, esposa e hijos.



AGRADECIMIENTOS

A Dios por su inmenso amor de padre, a todas las personas que siempre me tienden la mano en el día a día. Me enseñan a ser recíproco.



EPÍGRAFE

“¿Cuál trabajo es mejor: el intelectual o el manual?
Aquel que se haga con más amor de Dios”.

San Josemaría Escrivá de Balaguer



RESUMEN

Por el alto nivel de energía relacionada al proceso de extracción de minerales, la operación de equipo pesado minero se convierte en una tarea de alto riesgo para la salud y seguridad de las personas involucradas en esa actividad; es decir, operadores de equipos, supervisores, personal de áreas de soporte a mina, personal de empresas contratistas, visitantes y otros. Por otro lado, al ser la maquinaria y equipo minero un activo bastante costoso, es necesario sacarle la máxima eficiencia operativa, cuidarlo de sufrir daños a la propiedad y librarlo del prematuro deterioro de componentes por malas prácticas de operación.

En este escenario, se pone a disposición la presente tesis, teniendo como objetivo, diseñar una metodología para la implementación de un Área de Entrenamiento de Equipos Mina (AEEM), cuyo objetivo fundamental será asegurar permanentemente que la operación del equipo minero sea realizado de una manera segura y eficiente, buscando mejorar el desempeño operativo, mejorar los índices de seguridad en la operación y cumplir con los requisitos legales en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo propios del sector minero.

Se entrevistó a profundidad a personal del AEEM de una empresa de la gran minería, se realizaron visitas a campo para observar las operaciones, se revisó documentación legal y de mantenimiento y operaciones y fundamentalmente se volcó la experiencia profesional del investigador en esa materia y se logró proponer 10 fases para estructurar la gestión y las operaciones del AEEM.

Palabras clave: Entrenamiento de operadores, equipo pesado minero, capacitación de operadores.

ABSTRACT

Due to the high energy level related to the mineral extraction process, operating heavy mining equipment becomes a high-risk task for the health and safety of the people involved in this activity; that is, equipment operators, supervisors, support area personnel, contractor company staff, visitors, and others. On the other hand, since mining machinery and equipment are quite costly assets, it is necessary to achieve maximum operational efficiency, protect them from property damage, and prevent premature deterioration of components due to poor operating practices.

In this context, this thesis is made available, aiming to design a methodology for the implementation of a Mine Equipment Training Area (AEEM), whose primary objective will be to consistently ensure that the operation of mining equipment is carried out in a safe and efficient manner, seeking to improve operational performance, enhance safety rates in operations, and comply with legal requirements regarding Occupational Health and Safety specific to the mining sector.

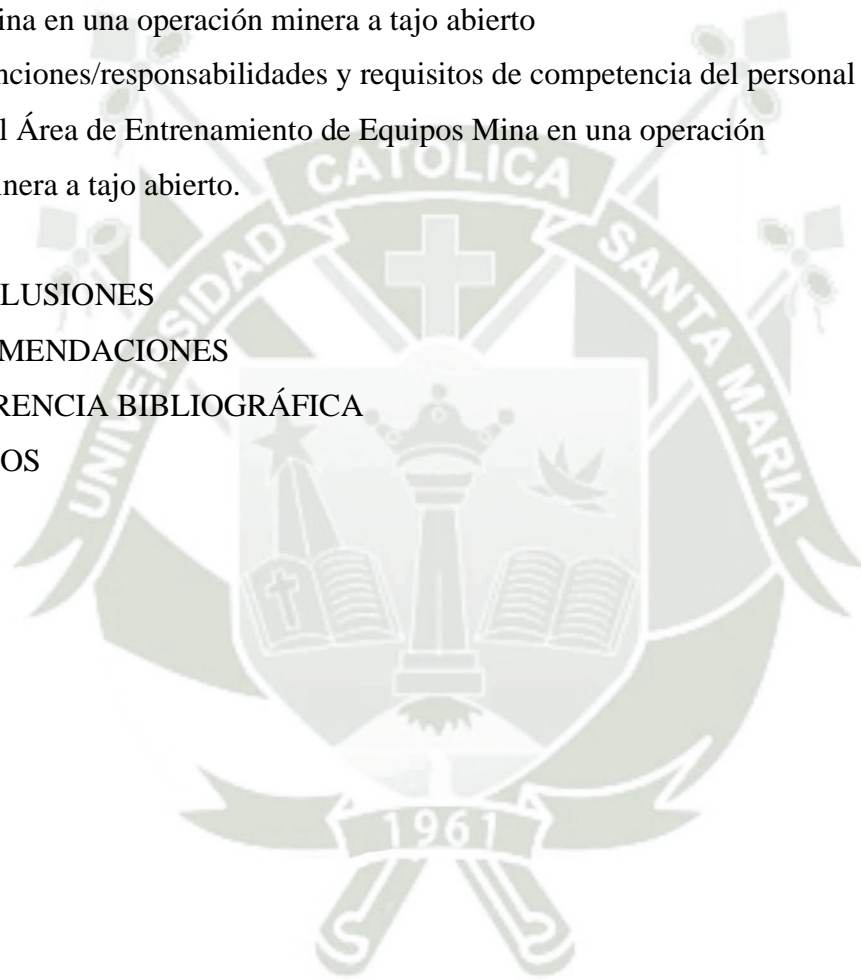
In-depth interviews were conducted with personnel from the Mine Equipment Training Area (AEEM) of a large mining company, field visits were carried out to observe the operations, legal, maintenance, and operational documentation was reviewed, and primarily the professional experience of the researcher in this area was applied. As a result, it was possible to propose 10 phases to structure the management and operations of the AEEM.

Keywords: Operator training, heavy mining equipment, operator education.

ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
EPÍGRAFE	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Objetivos	4
1.2.1 Objetivo general	4
1.1.2 Objetivos específicos	4
1.3 Preguntas de investigación	5
1.4 Líneas de investigación a las que corresponde el problema	6
1.5 Aporte del desarrollo de la tesis	6
CAPÍTULO II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	9
2..1 Marco Conceptual	9
2.1.1 Capacitación y entrenamiento de operadores de equipo pesado en minería	9
2.1.2 Seguridad minera y normativa aplicable	9
2.1.3 Capacitación	10
2.1.4 Inducción	10
2.1.5 Trabajos de alto riesgo	10
2.2 Antecedentes de investigación	11
2.3 Hipótesis	19
2.4 Variables	19
2.4.1 Variables dependientes	19
2.4.2 Variables independientes	19
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	20
3.1. Alcances y limitaciones	20
3.2. Tipo y diseño de investigación	20
3.3. Población y muestra	20
3.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
3.5 Plan de análisis estadístico de los datos	21

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
4.1. Resultados	22
4.2. Discusión	43
4.3. Diseño de una propuesta para la implementación del Área de Entrenamiento de Equipos Mina en una operación minera a tajo abierto en el Perú	47
4.4. Estructura Organizacional del Área de Entrenamiento de Equipos Mina en una operación minera a tajo abierto	55
4.5 Funciones/responsabilidades y requisitos de competencia del personal del Área de Entrenamiento de Equipos Mina en una operación minera a tajo abierto.	57
CONCLUSIONES	59
RECOMENDACIONES	61
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	64
ANEXOS	66



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1. Competencias técnicas del instructor de Equipos Mina	22
Tabla 4.2. Cualidades personales, del instructor de Equipos Mina	23
Tabla 4.3. Responsabilidades del Superintendente del Área de Entrenamiento de Equipos Mina	25
Tabla 4.4. Responsabilidades del Supervisor del Área de Entrenamiento de Equipos Mina	26
Tabla 4.5. Responsabilidades del Instructor del Área de Entrenamiento de Equipos Mina	27
Tabla 4.6. Evaluación y certificación de competencia de los instructores de Equipos Mina	29
Tabla 4.7. Recursos físicos necesarios para implementar un Área de Entrenamiento de Equipos Mina	30
Tabla 4.8. Recursos técnicos necesarios para implementar un Área de Entrenamiento de Equipos Mina	31
Tabla 4.9. Necesidad del uso de simuladores para el Área de Entrenamiento de Equipos Mina	33
Tabla 4.10. Impacto del D.S. 024-2016-EM y sus modificatorias al Área de Entrenamiento de Equipos Mina	34
Tabla 4.11. Documentos de gestión más importantes	35
Tabla 4.12. Partes interesadas internas	36
Tabla 4.13. Partes interesadas externas	37
Tabla 4.14. Principales beneficios tras implementar un Área de Entrenamiento de Equipos Mina	39
Tabla 4.15. Medición de la mejora en el desempeño operativo	40
Tabla 4.16. Medición de la mejora en el desempeño en Seguridad y Salud Ocupacional	41
Tabla 4.17. Funciones/responsabilidades y requisitos de competencia del personal del Área de Entrenamiento de Equipos Mina en una operación minera a tajo abierto	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1 Competencias técnicas del instructor de Equipos Mina	23
Figura 4.2 Cualidades personales, del instructor de Equipos Mina	24
Figura 4.3 Responsabilidades del Superintendente del Área de Entrenamiento de Equipos Mina	25
Figura 4.4 Responsabilidades del Supervisor del Área de Entrenamiento de Equipos Mina	27
Figura 4.5 Responsabilidades del Instructor del Área de Entrenamiento de Equipos Mina	28
Figura 4.6 Evaluación y certificación de competencia de los instructores de Equipos Mina	29
Figura 4.7 Recursos físicos necesarios para implementar un Área de Entrenamiento de Equipos Mina	31
Figura 4.8 Recursos técnicos necesarios para implementar un Área de Entrenamiento de Equipos Mina	32
Figura 4.9 Necesidad del uso de simuladores para el Área de Entrenamiento de Equipos Mina	33
Figura 4.10 Impacto del D.S. 024-2016-EM y sus modificatorias al Área de Entrenamiento de Equipos Mina	34
Figura 4.11 Documentos de gestión más importantes	36
Figura 4.12 Partes interesadas internas	37
Figura 4.13 Partes interesadas externas	38
Figura 4.14 Principales beneficios tras implementar un Área de Entrenamiento de Equipos Mina	39
Figura 4.15 Medición de la mejora en el desempeño operativo	41
Figura 4.16 Medición de la mejora en el desempeño en Seguridad y Salud Ocupacional	42
Figura 4.17. Funciones/responsabilidades y requisitos de competencia del personal del Área de Entrenamiento de Equipos Mina en una operación minera a tajo abierto	55

INTRODUCCIÓN

El minero, es un sector estratégico que impulsa el desarrollo económico y promueve inversiones sostenibles en diversas regiones del país. Para empresas de clase mundial, la eficiencia operativa y la Seguridad Minera son ejes fundamentales para garantizar el desarrollo responsable y competitivo de las operaciones mineras a nivel global.

Uno de los aspectos críticos que inciden directamente en el desempeño y la seguridad de una operación minera es la capacitación técnica del personal operador de equipos pesados. En ese sentido, la implementación de un área de entrenamiento de equipos mina, cobra especial relevancia. Esta área tan importante, se orienta a la formación teórica y al entrenamiento práctico de operadores de maquinaria minera pesada, como palas eléctricas, palas hidráulicas, cargadores frontales, perforadoras, camiones de acarreo, tractores de ruedas y orugas, motoniveladoras, retroexcavadoras, rodillos compactadores, excavadoras entre otros.

La creación de esta área no solo busca la operación eficiente de equipos, sino también reforzar el cumplimiento de los lineamientos establecidos en el Reglamento de Seguridad y Salud en Minería – D.S. 024-2016-EM y sus modificatorias, normativa clave que rige las disposiciones de seguridad en el sector minero en el Perú. A través de un enfoque estructurado de enseñanza y práctica supervisada, se espera contribuir a la reducción de incidentes, la mejora del desempeño operativo y la consolidación de una cultura preventiva y de eficiencia en la operación minera.

En este contexto, esta tesis propone una metodología para la implementación de un Área de Entrenamiento de Equipos Mina para una operación minera a tajo abierto en el Perú. Esta iniciativa se plantea como una respuesta estratégica a la necesidad de profesionalizar y ser capaces de evidenciar la formación y seguimiento de operadores, alineando su desarrollo con los objetivos de productividad, sostenibilidad y seguridad exigidos por los requisitos legales aplicables a la industria.



CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

En las operaciones mineras a tajo abierto, la formación del personal operador de maquinaria pesada es un factor determinante para garantizar altos estándares de productividad y Seguridad Minera. Sin embargo, es probable que muchas unidades mineras carezcan de un área formalmente establecida y organizada que se encargue de estructurar, ejecutar y supervisar la capacitación teórica y el entrenamiento práctico del personal operativo. Esta ausencia genera deficiencias en el desarrollo de competencias técnicas específicas, aumenta la probabilidad de errores operativos, y limita el cumplimiento de los requisitos establecidos por el Reglamento de Seguridad y Salud en Minería – D.S. 024-2016-EM y sus modificatorias.

Para lograr una implementación efectiva del Área de Entrenamiento de Equipos Mina (AEEM), es necesario identificar claramente cómo debe estructurarse dicha área, considerando aspectos clave como la definición de perfiles de competencia de los instructores y supervisores, sus funciones, responsabilidades y los estándares técnicos que deben seguir. Del mismo modo, se requiere una planificación precisa de los recursos técnicos y logísticos necesarios para el funcionamiento del área, así como una evaluación del marco normativo aplicable.

Además, la participación y expectativas de múltiples partes interesadas —como las áreas de operaciones mina, nuevas construcciones, mantenimiento, seguridad, recursos humanos, legal, proveedores de maquinaria, proveedores de simuladores, requerimientos corporativos y de autoridades regulatorias— exige una coordinación articulada que permita gestionar sus expectativas para el desarrollo de las operaciones.

La falta de una definición clara de responsabilidades y visión integradora sobre estos elementos, obstaculiza la incorporación segura y eficiente de personal competente en la operación minera. Por tanto, es indispensable abordar este problema desde una perspectiva estratégica, que permita establecer lineamientos claros para la implementación y gestión del Área de Entrenamiento de Equipos Mina, respondiendo así a las necesidades operativas, normativas y de seguridad del sector.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Diseñar una propuesta para la implementación del AEEM en una operación minera a tajo abierto en el Perú, orientada al desarrollo de competencias técnicas en operadores de maquinaria pesada y otros equipos necesarios para la operación, garantizando una operación segura, eficiente y alineada al Reglamento de Seguridad y Salud en Minería – D.S. 024-2016-EM y sus modificatorias.

Lo anterior, permitiría certificar (acreditar internamente) las competencias técnicas de los operadores de maquinaria pesada de la operación minera.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar los recursos, requerimientos técnicos y normativos necesarios para la implementación efectiva del Área de Entrenamiento de Equipos Mina.

- Proponer una estructura organizacional con una clara definición de funciones y responsabilidades para el adecuado funcionamiento del Área de Entrenamiento de Equipos Mina.
- Determinar el rol de las partes interesadas internas y externas, estableciendo como se relacionan con el AEEM para asegurar su sostenibilidad y logro de objetivos.
- Determinar los indicadores para evidenciar mejoras, tanto en el desempeño operativo, como en el desempeño de Seguridad y Salud en el Trabajo, como resultado de implementar el AEEM.

1.3 Preguntas de investigación

1.3.1 Interrogante principal:

¿Cómo se debe implementar el Área de Entrenamiento de Equipos Mina en una operación minera a tajo abierto para garantizar el desarrollo de competencias técnicas que aseguren una operación segura, eficiente y conforme al Reglamento de Seguridad y Salud en Minería – D.S. 024-2016-EM y sus modificatorias?

1.3.2 Interrogantes específicos:

- ¿Cuáles son los requisitos de competencia, funciones y responsabilidades de los miembros del Área de Entrenamiento de Equipos Mina?
- ¿Qué requisitos técnicos, físicos y normativos deben cumplirse para implementar un área de entrenamiento de equipos mina?

- ¿Qué partes interesadas internas y externas se deben considerar y cómo deben articularse con el Área de entrenamiento de equipos mina para un óptimo funcionamiento?
- ¿Qué indicadores de desempeño operativo y de desempeño en Seguridad y Salud Ocupacional se podrían establecer para evidenciar las mejoras luego de la implementación del AEEM?

1.4 Líneas de investigación a las que corresponde el problema

- Campo: Ingeniería.
- Área: Ingeniería de minas.
- Línea: Área de entrenamiento de Equipos Mina.
- Diseño de investigación: Diseño no experimental, de tipo descriptivo-propositivo.
- Método de investigación: Método inductivo–deductivo.

1.5 Aportes del desarrollo de la tesis

La implementación de un Área de Entrenamiento de Equipos Mina en operaciones mineras a tajo abierto responde a una necesidad estratégica del sector minero peruano. Permitirá asegurar que los operadores de equipo pesado tengan las competencias técnicas para realizar sus trabajos de manera segura, optimizando y cumpliendo normatividad vigente. En ese sentido, el presente proyecto aportará por diversas razones:

Aporte técnico:

La capacitación sistemática y estructurada de operadores de maquinaria pesada, mejorará la eficiencia en la operación de palas, camiones de acarreo, perforadoras,

cargadores, motoniveladoras, etc. Esto ayudará a optimizar los ciclos operativos, reducir los tiempos muertos, disminuir las fallas operativas y preservar la vida útil de los activos disponibles.

Aporte en Seguridad Minera:

Con el Reglamento de Seguridad y Salud en Minería – D.S. 024-2016-EM y sus modificatorias, todas las empresas mineras se ven obligadas a desarrollar medidas preventivas para evitar incidentes/accidentes con maquinaria pesada. Una formación apropiada, seguimiento y acompañamiento para los operadores por parte del AEEM, es uno de los mejores controles para minimizar los riesgos y mejorar la cultura de seguridad en la empresa.

Aporte organizacional:

Un área de entrenamiento formal consolidará los procesos, permitirá la evaluación de competencias y el desarrollo de los recursos humanos relacionados al proceso de extracción. También mejorará la cooperación entre áreas de la empresa, como Operación Mina, Recursos Humanos, Seguridad y Salud, Mantenimiento, así como con socios externos, incluidos las empresas contratistas, proveedores de maquinaria y los entes de regulación.

Aporte académico:

Esta tesis aportará importantes conocimientos para la creación y gestión del AEEM; considerando que es una excelente oportunidad de desarrollo profesional para los ingenieros de minas. Es un área desafiante y que brinda muchas satisfacciones.

Todos los días son un nuevo desafío y de gran aprendizaje en una gran variedad de procesos operacionales, tanto en mina como en otras áreas usuarias.

Aporte social y económico:

El fortalecimiento de las competencias de los operadores, no solo mejorará la competitividad de la operación, sino que también generará empleabilidad técnica y promoverá el desarrollo de las zonas de influencia. Un entorno de trabajo más seguro y competente, beneficia tanto a los trabajadores como a las comunidades y al entorno empresarial.

Aporte personal:

Por haber tenido una gran experiencia profesional liderando el área de entrenamiento de equipos mina en una gran empresa de clase mundial, me motiva a realizar la presente investigación, tratando de resaltar su importancia estratégica e inmenso potencial de desarrollo en países mineros como el nuestro.

CAPÍTULO II FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Marco Conceptual

2.1.1 Capacitación y entrenamiento de operadores de equipo pesado en minería

La capacitación en cuanto a la parte teórica técnica y al entrenamiento práctico son esenciales en la formación de operadores de maquinaria pesada en minería. En el enfoque de Chiavenato (2009), “el entrenamiento es una forma importante de adaptar al trabajador a las necesidades de la empresa y, en consecuencia, hacerlo más efectivo”. En minería, se puede decir que el entrenamiento, además, consta de tres elementos: teoría, simulación y práctica en campo.

Por otro lado, según Dessler (2013), mejorar efectivamente la capacitación puede aumentar significativamente la productividad y reducir errores en actividades peligrosas, lo cual incluye el manejo de maquinaria pesada. En el sentido, autores como Bartram y Roe (2008), destacan la importancia de las competencias laborales como base del diseño de programas formativos, considerando no solo habilidades técnicas, sino también actitudes y conocimientos normativos.

2.1.2 Seguridad minera y normativa aplicable

En el Reglamento de Seguridad y Salud en Minería – D.S. 024-2016-EM y sus modificatorias (2016), no se establece indicaciones específicas sobre capacitación o entrenamiento a operadores de equipo pesado; sin embargo, establece que las empresas mineras están obligadas a implementar capacitación permanente orientada a la prevención de accidentes. En el capítulo VII Capacitación, se enfatiza que el empleador debe asegurar que todo operador esté debidamente capacitado y entrenado antes de realizar una tarea, en consecuencia, esto incluye a los operadores de equipo pesado.

Autoras como Rosa y Delgado (2017) sostienen que la formación técnica, cuando se articula con la gestión de la seguridad, permite reducir la ocurrencia de eventos peligrosos, promoviendo una cultura de prevención dentro de las organizaciones mineras.

2.1.3 Capacitación

Según el Reglamento de Seguridad y Salud en Minería – D.S. 024-2016-EM (2016), la capacitación es la actividad que consiste en transmitir conocimientos teóricos y prácticos para el desarrollo de aptitudes, conocimientos, habilidades y destrezas acerca del proceso de trabajo, la prevención de los riesgos, la seguridad y la salud ocupacional de los trabajadores.

2.1.4 Inducción

El Reglamento de Seguridad y Salud en Minería – D.S. 024-2016-EM (2016), indica respecto a la inducción indica que es la capacitación inicial dirigida a otorgar conocimientos e instrucciones al trabajador para que ejecute su labor en forma segura, eficiente y correcta. Se divide en:

1. Inducción General: es la capacitación al trabajador, con anterioridad a la asignación al puesto de trabajo, sobre la política, beneficios, servicios, facilidades, reglas, prácticas generales y el ambiente laboral de la empresa.

2. Inducción del Trabajo Específico: es la capacitación que brinda al trabajador la información y el conocimiento necesario a fin de prepararlo para el trabajo específico.

2.1.5 Trabajos de alto riesgo

Según el Reglamento de Seguridad y Salud en Minería – D.S. 024-2016-EM (2016), indica en su artículo 129 que todo titular de actividad minera establecerá

estándares, procedimientos y prácticas como mínimo para trabajos de alto riesgo tales como: (7) Otros trabajos valorados como de alto riesgo en los IPERC.

2.2 Antecedentes de investigación

Diversos estudios respaldan la necesidad de áreas especializadas para la formación de operadores.

Los trabajos de investigación en el sector que se han identificado son:

- **Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (UNSA)**

Facultad: Ingeniería de Procesos

Escuela Profesional: Ingeniería de Minas

Título: “Diseño e implementación de un sistema de capacitación para operadores de equipos pesados en minería superficial”

Autores: Salazar Huamani, Jorge Luis

Arequipa, Perú, 2018

Resumen:

En la tesis, se propone un sistema integral de capacitación para operadores de equipos como camión de acarreo, pala y tractor de orugas, cuyo fundamento es la evaluación de competencias inicial, el sistema de módulos formativos teóricos y prácticos, y la retroalimentación continua. La implementación evidencia la mejora en la reducción de fallos operativos y el incremento de los niveles de cumplimiento de los procedimientos de seguridad interna y normativa legal.

La metodología aplicada incluye análisis documental, entrevistas y pruebas piloto. Como resultado, se logró una reducción del 40% en errores operativos en carguío y acarreo, y

un aumento de hasta 20% en la eficiencia del ciclo de operación. Además, se refuerza el cumplimiento de procedimientos del D.S. 024-2016-EM. (Salazar, 2018).

- **Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP)**

Facultad: Ciencias e Ingeniería

Escuela Profesional: Ingeniería Industrial

Título: “Optimización del entrenamiento de operadores de maquinaria pesada mediante simuladores en operaciones mineras”

Autores: Vera Campos, Andrea; Mendoza Salas, Roberto

Lima, Perú, 2021

Resumen:

El estudio realizado en una empresa minera, examina la eficiencia de la utilización de simuladores durante la fase de formación de operadores de maquinaria pesada en minería, en el contexto de un enfoque piloto. Se midieron los tiempos de aprendizaje, el número de incidentes y la tasa de adaptación a condiciones reales. La hipótesis planteada fue la asociación del empleo de simuladores en combinación con el seguimiento de un experto técnico, se logró la disminución de incidentes durante el período de entrenamiento en campo.

Se diseñó un plan piloto de 40 horas con seguimiento técnico individualizado. La investigación empleó métodos cuantitativos (análisis de tiempos, tasas de fallas) y cualitativos (entrevistas a formadores). Los resultados muestran una disminución del 35% en incidentes durante el período de entrenamiento real en campo y una mejora significativa en maniobras complejas. El estudio propone incluir simuladores como fase obligatoria previa a la operación real (Vera y Mendoza, 2021).

- **Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM)**

Facultad: Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica

Escuela Profesional: Ingeniería de Minas

Título: “Análisis de los programas de formación técnica en operadores de maquinaria en minería y su relación con la productividad”

Autores: Huerta Manrique, Kevin

Lima, Perú, 2019

Resumen:

Este estudio realiza un análisis comparativo de los programas de formación técnica en operadores en 03 operaciones mineras del país. Se identifican las deficiencias en contenido, metodología y evaluación de competencias.

Se aplicaron encuestas a operadores, entrevistas a jefes de entrenamiento y análisis de reportes de producción. Se concluye que las operaciones con entrenamientos más estructurados presentan hasta un 25% más eficiencia en tiempo por ciclo de acarreo y menor rotación de personal. Se propone una malla curricular basada en competencias laborales del Ministerio de Trabajo y alineada al marco normativo del sector minero (Huerta, 2019).

- **Universidad de Antofagasta**

Facultad: Ingeniería

Escuela Profesional: Ingeniería en Minas

Título: “Centro de entrenamiento para operadores de maquinaria minera: propuesta de diseño funcional”

Autores: Díaz, Carlos; Rivas, Marco

Antofagasta, Chile, 2020

Resumen:

En este trabajo se logra proponer el diseño de un centro de entrenamiento para operadores de equipos pesado en minería, considerando la infraestructura necesaria, la currícula y los sistemas de evaluación pertinentes. Partió de un diagnóstico situacional y se propuso un modelo estructurado que involucra simuladores, formación práctica y monitoreo de desempeño, a través del cual se realiza el estudio. Los resultados obtenidos fueron la disminución de la tasa de errores humanos y el incremento de la confiabilidad operativa.

Se plantea un modelo que incluye: infraestructura especializada (aulas, zona de simulación y campo de prácticas seguras), perfiles de formadores, sistemas de evaluación técnica continua y vinculación con proveedores. La propuesta se valida en una operación minera del norte de Chile, mostrando reducción del 30% en incidentes y aumento en la productividad del operador entrenado. Se recomienda incorporar estándares ISO y buenas prácticas de capacitación del Consejo Minero Chileno (Díaz y Rivas, 2020).

- **Universidad de Chile**

Facultad: Ciencias Físicas y Matemáticas

Escuela Profesional: Ingeniería Industrial

Título: “El impacto de la capacitación en los resultados operacionales: Los broncees un caso de éxito”

Autores: Maldonado Gutiérrez, Rodrigo Ignacio

Santiago de Chile, 2017

Resumen

Durante abril 2014 y marzo 2015 hubo un aumento sostenido en la tendencia de eventos no deseados en operación Los Bronces. Estos generaron alza en la indisponibilidad de la flota de equipos mineros del orden del 20% producto de daños operacionales asociados a mala operación de equipos, accidentes o fallas operacionales generadas por desvíos en procedimientos y/o excesos de confianza. 20 accidentes de alto potencial, entre ellos dos colisiones de camiones de extracción por resbalamiento en invierno, 13 accidentes con tiempo perdido pusieron un manto de duda en el resultado de la capacitación que los trabajadores recibieron para operar. Nuestro propósito en este trabajo fue reconfigurar las prácticas de capacitación para denotar un proceso de cambio, en el que reflatamos aquellas prácticas de trabajo de la compañía que habían perdido su efectividad y, aun así, ocupaban un lugar central en las conversaciones de su gente. Desde aquí emerge la gestión a escala humana, formalizando este proceso al reflatar a la persona como agente de cambio. Mostrando el rol, responsabilidad, juego y desempeño que cada uno tiene en el logro de los resultados. Con este modelo logramos detener el alza permanente de fallas operacionales disminuyéndolas un 60%, atacando preventivamente los indicadores que generaban la mayor tasa de indisponibilidad a través de su recurrencia. Involucrando y empoderando al operador, mostrándole como y de forma contribuyen al logro de los resultados de la compañía. Aportando en la reducción de 1,6 MUS\$ en el gasto operacional (Maldonado, 2017).

- **Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)**

Facultad: Ingeniería de Minas y Metalurgia

Escuela Profesional: Ingeniería de Minas

Título: “Propuesta de implementación de un programa integral de formación para operadores de maquinaria en una empresa minera en Ayacucho”

Autores: Lazo Arce, Paul

Lima, Perú, 2020

Resumen:

Esta tesis diseña un programa de formación técnica integral basado en el ciclo de vida del operador: diagnóstico inicial, módulos teóricos, simuladores, prácticas controladas, retroalimentación continua y recertificación anual. El autor incluye además una matriz de cumplimiento legal con el D.S. 024-2016-EM. El estudio fue aplicado en una unidad minera de oro en Ayacucho, donde se midió una mejora en la eficiencia operativa del 18% y una disminución de 5 incidentes por trimestre relacionados con fallos humanos. Se enfatiza la necesidad de articular el programa con mantenimiento, seguridad y recursos humanos (Lazo, 2020).

- **Universidad Nacional del Altiplano**

Facultad: Ingeniería Geológica y Minas

Escuela Profesional: Ingeniería de Minas

Título: “Evaluación del impacto de la capacitación técnica en la reducción de incidentes en operaciones mineras de tajo abierto”

Autores: Quispe Mamani, Rocío

Puno, Perú, 2017

Resumen:

Esta investigación analizó datos de tres operaciones mineras de tajo abierto en la región altiplánica del sur peruano. Se utilizaron estadísticas de seguridad (frecuencia, severidad) y registros de capacitaciones en los últimos 24 meses. Se concluye que las minas con un programa técnico mensual de formación de operadores tuvieron 50% menos incidentes relacionados con el uso incorrecto de maquinaria. La autora recomienda implementar un sistema de trazabilidad del entrenamiento y un comité técnico que evalúe competencias en campo cada seis meses (Quispe, 2017).

- **Universidad Nacional de Piura**

Facultad: Ingeniería Geológica y Minas

Escuela Profesional: Ingeniería de Minas

Título: “Diseño de un modelo de gestión del conocimiento para la formación técnica de operadores de maquinaria pesada en minería”

Autores: Mora Palomino, Daniel

Piura, Perú, 2022

Resumen:

Este estudio plantea un modelo de gestión del conocimiento basado en tres pilares: captación de experiencia (de operadores senior e instructores), transferencia estructurada (manuales, vídeos, talleres) y evaluación por desempeño. La investigación utiliza herramientas como el ciclo Deming (PDCA) y mapeo de procesos. Se aplicó en una operación minera del norte del Perú y demostró que sistematizar el conocimiento del personal reduce el tiempo de adaptación de nuevos operadores de 6 a 3 meses. El modelo

propuesto permite integrar el entrenamiento con el sistema de gestión de seguridad y productividad de la empresa (Mora, 2022).



2.3 Hipótesis

La implementación de un Área de Entrenamiento de Equipos Mina, estructurada en base a criterios técnicos, requisitos legales y una adecuada articulación con las partes interesadas; es viable y beneficiosa para las empresas mineras.

Por lo tanto, es probable que al implementar el área de entrenamiento de equipos mina, se mejore el desempeño operativo de los operadores de maquinaria pesada y se asegure el cumplimiento de los requerimientos establecidos en el D.S. 024-2016-EM y sus modificatorias en operaciones mineras a tajo abierto.

2.4 Variables

2.4.1 Variable Independiente:

Implementación del Área de Entrenamiento de Equipos Mina.

2.4.2 Variable Dependiente:

Desempeño operativo y cumplimiento de requisitos legales

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

3.1 Alcances y limitaciones

3.1.1 Ubicación espacial

Se tomará como referencia una unidad de gran minería en Perú, en términos de producción, flotas de equipos y necesidades de entrenamiento estructurado.

3.1.2 Ubicación temporal

La investigación se desarrollará entre los meses de julio a octubre del año 2025.

3.1.3 Limitaciones

No se pudo tener acceso a información del AEEM de otras unidades mineras.

3.2 Tipo y diseño de investigación

Tipo: Propositivo.

Nivel de investigación: Descriptivo

Diseño: No experimental

3.3 Población, muestra o universo

02 superintendentes del Área de Entrenamiento de Equipos Mina

04 supervisores del Área de Entrenamiento de Equipos Mina

06 instructores de equipo pesado del Área de Entrenamiento de Equipos Mina

3.4 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.

- 3.4.1 Revisión del Decreto Supremo de Seguridad y Salud en Minería (D.S. 024-2016-EM y sus modificatorias relacionado al entrenamiento de operadores de equipo pesado en mina.
- 3.4.2 Revisión de manuales de operación y mantenimiento de equipos mina y documentación de gestión del Área de Entrenamiento de Operaciones Mineras a Tajo Abierto.
- 3.4.3 Recolección de datos:
Aplicación de cuestionario y entrevista a profundidad a responsables del Área de Entrenamiento de Equipos Mina y a Instructores de Equipo Mina.
- 3.4.4 Observación directa:
Observación de los procesos de entrenamiento en campo para camiones de acarreo, palas eléctricas, tractores de ruedas y tractores de orugas.
- 3.4.5 Evaluación del cumplimiento del D.S 024-2016 E.M y sus modificatorias, relacionado al entrenamiento de operadores de equipo pesado en mina.

3.5 Plan de análisis estadístico de datos

- 3.5.1 Aplicación de encuestas y entrevista a profundidad
- 3.5.2 Tabulación y registro de los resultados obtenidos de las encuestas y entrevistas.
- 3.5.3 Análisis estadístico de los resultados. Distribución porcentual de frecuencias.

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. Resultados de investigación

4.1 Resultados de entrevistas y encuestas a Líderes e Instructores del Área de Entrenamiento de Equipos Mina.

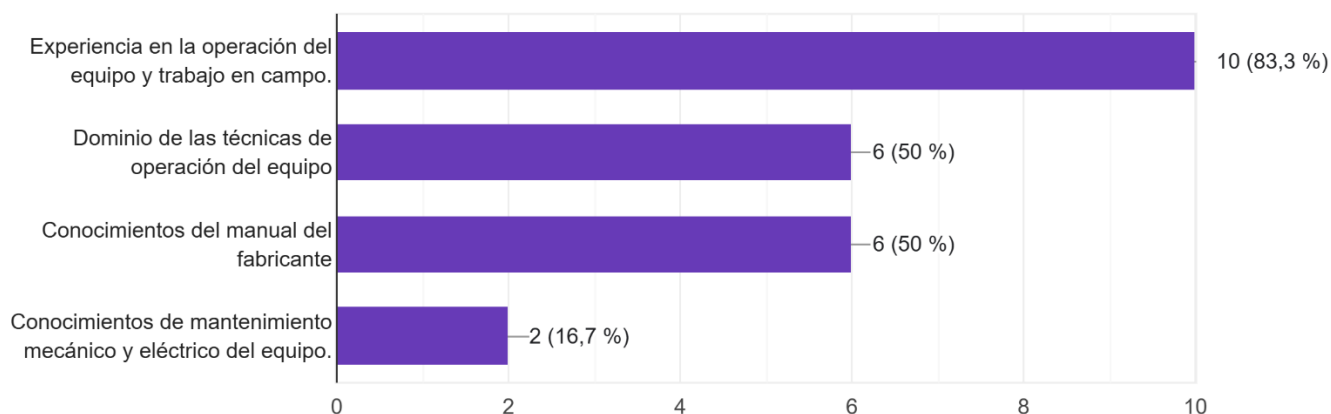
Tabla 4.1.
Competencias técnicas del instructor de equipos mina

Marque 02 de las competencias técnicas que usted considera fundamentales para un instructor de Equipos Mina	%
1 Experiencia en la operación del equipo y trabajo en campo.	83.3%
2 Dominio de las técnicas de operación del equipo	50.0%
3 Conocimientos del manual del fabricante	50.0%
4 Conocimientos de mantenimiento mecánico y eléctrico del equipo.	16.7%
5 Otro, indique:	0.0%

Nota. Elaboración propia

La tabla 4.1, muestra las 02 competencias técnicas que los entrevistados consideran fundamentales. La experiencia en la operación del equipo y trabajo en campo fue considerada por el 83.3% de los entrevistados como fundamental para un instructor de equipos mina. El dominio de las técnicas de operación y los conocimientos del manual del fabricante fueron consideradas como fundamentales para los instructores de equipo mina para el 50.0% de los entrevistados; mientras que un 16.7% refiere como fundamental a los conocimientos de mantenimiento mecánico y eléctrico del equipo.

Figura 4.1.
Competencias técnicas del instructor de equipos mina



Nota. Elaboración propia

La Figura 4.1, muestra claramente que la experiencia en la operación del equipo y trabajo en campo, junto con el dominio de las técnicas de operación del equipo y conocimientos del manual del fabricante, son las competencias técnicas fundamentales que debe tener un instructor del Área de Entrenamiento de Equipos Mina.

Tabla 4.2.
Cualidades personales, del instructor de Equipos Mina

Marque 02 de las cualidades personales, que usted considera indispensables para un instructor de Equipos Mina	%
1 Alta vocación de servicio	58.3%
2 Templanza y serenidad para dirigir los entrenamientos prácticos	41.7%
3 Capacidad de expresarse adecuadamente para transmitir conocimientos	91.7%
4 Iniciativa y facilidad de entablar buenas relaciones de trabajo.	8.3%
5 Otro, indique:	0.0%

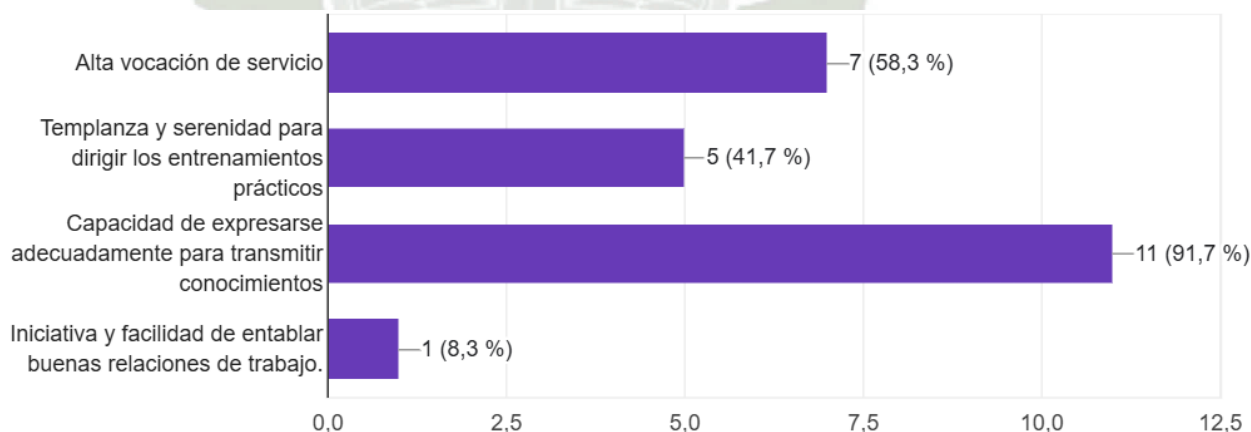
Nota. Elaboración propia

La tabla 4.2, busca determinar a juicio de los entrevistados, cuáles son las 02 cualidades personales indispensables para un instructor de Equipos Mina, mostrando los siguientes resultados:

El 58.3% de los entrevistados afirma que el instructor debe tener alta vocación de servicio. 41.7% de los entrevistados considera que el instructor debe tener la templanza y serenidad para dirigir los entrenamientos prácticos.

91.7% de los entrevistados considera que el instructor debe tener la capacidad de expresarse adecuadamente para transmitir conocimientos. Finalmente, el 8.3% de los entrevistados, consideró que el instructor debe tener iniciativa y facilidad de entablar buenas relaciones de trabajo.

Figura 4.2.
Cualidades personales, del instructor de Equipos Mina



Nota. Elaboración propia

En la Figura 4.2, se puede observar claramente que la capacidad de expresarse adecuadamente para transmitir conocimientos es la cualidad personal que el 91.7% de los entrevistados consideraron como fundamental.

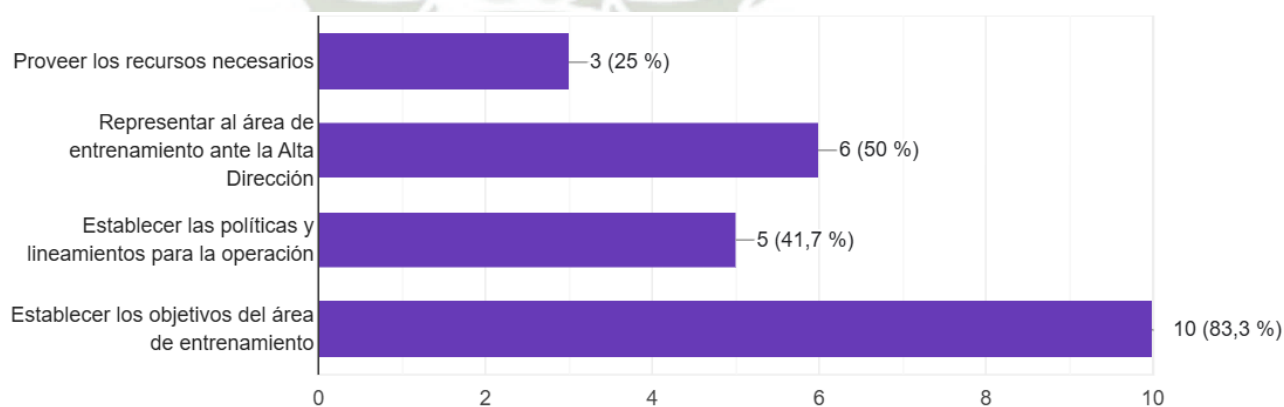
Tabla 4.3.
Responsabilidades del Superintendente del Área de Entrenamiento de Equipos Mina

Marque las 02 principales responsabilidades del Superintendente del Área de Entrenamiento de Equipos Mina	%
1 Proveer los recursos necesarios	25.0%
2 Representar al área de entrenamiento ante la Alta Dirección	50.0%
3 Establecer las políticas y lineamientos para la operación	41.7%
4 Establecer los objetivos del área de entrenamiento	83.3%
5 Otro, indique:	0.0%

Nota. Elaboración propia

La tabla 4.3, tiene el objetivo de determinar cuáles son las 02 principales responsabilidades del Superintendente del Área de Entrenamiento de Equipos Mina. Teniendo como resultados los siguientes: el 25.0% de los entrevistados señala que proveer los recursos necesarios; 50.0% indica que representar al área ante la Alta Dirección. 41.7% establecer las políticas y lineamientos para la operación. Finalmente, un 83.3% indica que establecer los Objetivos del área de entrenamiento.

Figura 4.3.
Responsabilidades del Superintendente del Área de Entrenamiento de Equipos Mina



Nota. Elaboración propia

La Figura 4.3, evidencia que establecer los objetivos del área de entrenamiento (83.3%) y representar al Área de Entrenamiento ante la Alta Dirección (50%) serían las principales responsabilidades del Superintendente del Área de Entrenamiento de Equipos Mina.

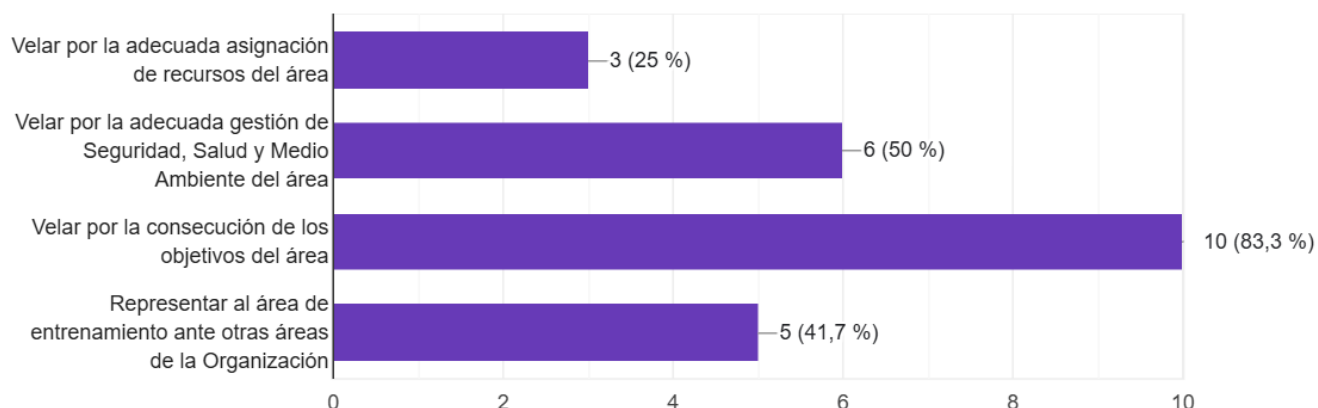
Tabla 4.4.
Responsabilidades del Supervisor del Área de Entrenamiento de Equipos Mina

Marque las 02 principales responsabilidades del Supervisor del Área de Entrenamiento de Equipos Mina	%
1 Velar por la adecuada asignación de recursos del área	25.0%
2 Velar por la adecuada gestión de Seguridad, Salud y Medio Ambiente del área	50.0%
3 Velar por la consecución de los objetivos del área	83.3%
4 Representar al área de entrenamiento ante otras áreas de la Organización	41.7%
5 Otro, indique:	0.0%

Nota. Elaboración propia

La tabla 4.4, tiene la intención de dar a conocer cuáles serían las 02 principales responsabilidades del Supervisor del Área de Entrenamiento de Equipos Mina, teniendo como resultado que el 25.0% indicó, velar por la adecuada asignación de recursos del área; un 50.0% velar por la adecuada gestión de Seguridad, Salud y Medio Ambiente del área; un 83.3% velar por la consecución de los objetivos del área y un 41.7% representar al Área de Entrenamiento ante otras áreas de la organización.

Figura 4.4.
Responsabilidades del Supervisor del Área de Entrenamiento de Equipos Mina



Nota. Elaboración propia

Ante los resultados obtenidos, la Figura 4.4, evidencia que los entrevistados manifiestan que velar por la consecución de los objetivos del Área de Entrenamiento (83.3%) y velar por la adecuada gestión de Seguridad, Salud y Medio Ambiente del área (50.0%), son las responsabilidades mayormente consideradas.

Tabla 4.5.
Responsabilidades del Instructor del Área de Entrenamiento de Equipos Mina

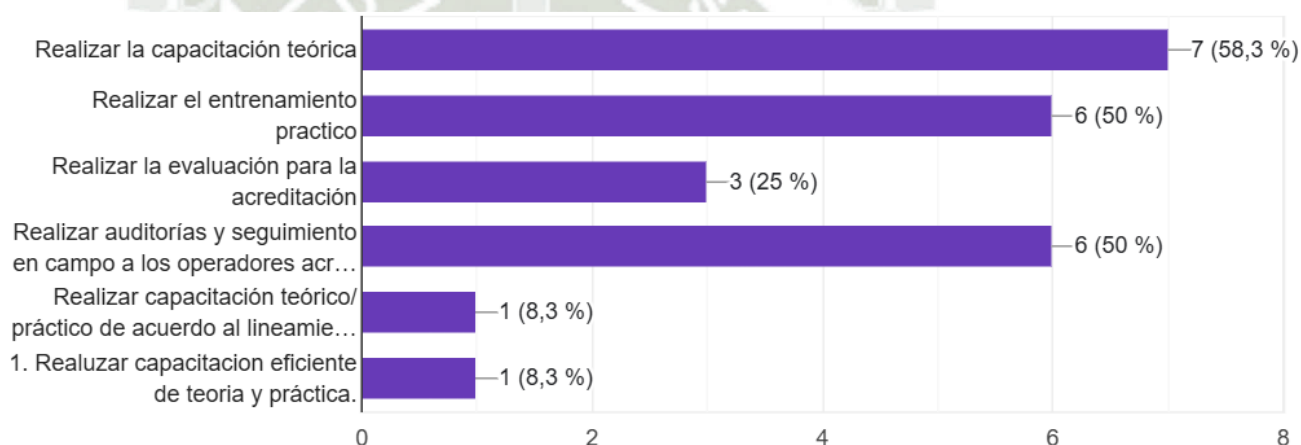
Marque las 02 principales responsabilidades del Instructor del Área de Entrenamiento de Equipos Mina	%
1 Realizar la capacitación teórica	58.3%
2 Realizar el entrenamiento practico	50.0%
3 Realizar la evaluación para la acreditación	25.0%
4 Realizar auditorías y seguimiento en campo a los operadores acreditados.	50.0%
5 Otro, indique:	16.6%

Nota. Elaboración propia

La tabla 4.5, tiene como finalidad determinar cuáles son las 02 principales responsabilidades del Instructor del área de entrenamiento de Equipos Mina. Teniendo como resultado que el 58.3%

indica realizar la capacitación teórica, 50.0% considera que realizar el entrenamiento práctico; 25.0% indica que realizar la evaluación para la acreditación; mientras que el 50.0% indica que realizar auditorías y seguimiento en campo a los operadores acreditados. Finalmente, un 8.3% indica realizar la capacitación teórica y práctica de acuerdo a los lineamientos de la empresa y por último un 8.3% indica realizar capacitación eficiente de teoría y práctica.

Figura 4.5.
Responsabilidades del Instructor del Área de Entrenamiento de Equipos Mina



Nota. Elaboración propia

La Figura 4.5, muestra que las responsabilidades principales del Instructor del Área de Entrenamiento de Equipos Mina, son el realizar la capacitación teórica (58.3%), realizar el entrenamiento practico (50.0%) y realizar auditorías y seguimiento en campo a los operadores acreditados (50.0%).

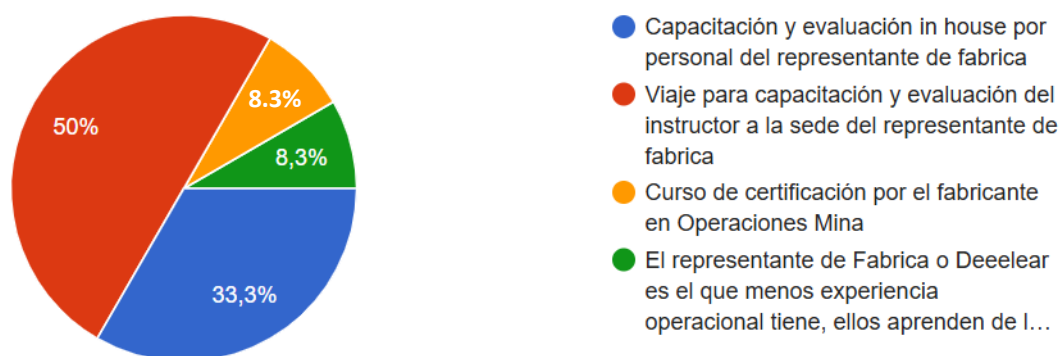
Tabla 4.6.
Evaluación y certificación de la competencia de los instructores

¿Cómo se debería evaluar y certificar la competencia de los instructores de Equipos Mina?		%
1	Capacitación y evaluación in house por personal del representante de fabrica	33.3%
2	Viaje para capacitación y evaluación del instructor a la sede del representante de fabrica	50.0%
3	Otro, indique:	16.7%

Nota. Elaboración propia

La tabla 4.6, determina la percepción de los entrevistados en torno a como se debería evaluar y certificar la competencia de los Instructores de Equipos Mina, teniendo como resultado que el 33.3% considera que se debería realizar in house; un 50.0% considera que debería ser en la sede del representante de fabrica; un 8.3% considera que los dealers del fabricante no son lo suficientemente competentes para certificar a los Instructores de Equipos Mina; y finalmente un 8.3% considera que la certificación debería ser evaluada directamente dentro de la operación misma, es decir, en la operación real del equipo dentro del turno de trabajo realizando labor productiva.

Figura 4.6
Evaluación y certificación de la competencia de los instructores



Nota. Elaboración propia

La Figura 4.6, muestra que para el 50% de los entrevistados, el viaje para capacitación y evaluación del instructor a la sede del representante de fábrica.

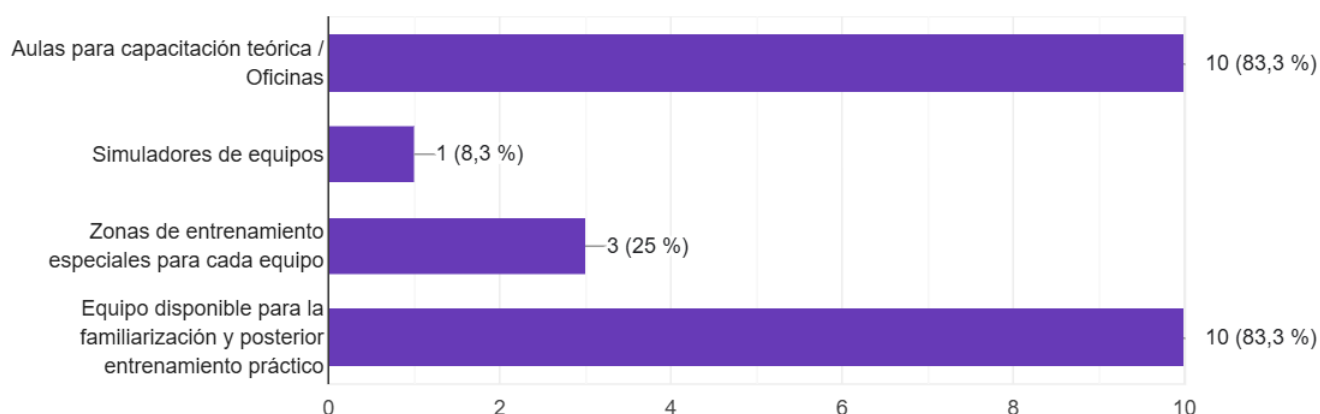
Tabla 4.7.
Recursos físicos necesarios para implementar un Área de Entrenamiento de Equipos Mina.

¿Qué recursos físicos considera los más necesarios para implementar un Área de Entrenamiento de Equipos Mina? Indique 02.	%
1 Aulas para capacitación teórica / Oficinas	83.3%
2 Simuladores de equipos	8.3%
3 Zonas de entrenamiento especiales para cada equipo	25.0%
4 Equipo disponible para la familiarización y posterior entrenamiento práctico	83.3%
5 Otro, indique:	

Nota. Elaboración propia

La tabla 4.7, busca conocer la percepción de los entrevistados sobre los 02 recursos físicos más necesarios para implementar un Área de Entrenamiento de Equipos Mina, teniendo como resultado que el 83.3% afirma que las aulas para capacitación teórica / oficinas; un 8.3% considera que son los simuladores de equipos; un 25.0% que son las zonas de entrenamiento especiales para cada equipo; y un 83.3% considera que es contar con equipo disponible para la familiarización y posterior entrenamiento practico.

Figura 4.7.
Recursos físicos necesarios para implementar un Área de Entrenamiento de Equipos Mina.



Nota. Elaboración propia

La Figura 4.7, muestra que para la mayoría de los entrevistados se deben contar con salas de capacitación/oficinas confortables y con un aforo adecuado considerando la importancia de una muy buena capacitación teórica (88.3%). Por otro lado, se consideran necesarios también contar con diferentes equipos disponibles para la familiarización y posterior entrenamiento práctico (88.3%). Esto se puede dar en caso se cuenten con equipos que ya hayan sido dados de baja de la operación pero que aún puedan servir para la familiarización de los operadores y el inicio de la fase de entrenamiento práctico. Estos equipos se convierten en activos de mucho valor para el área de entrenamiento.

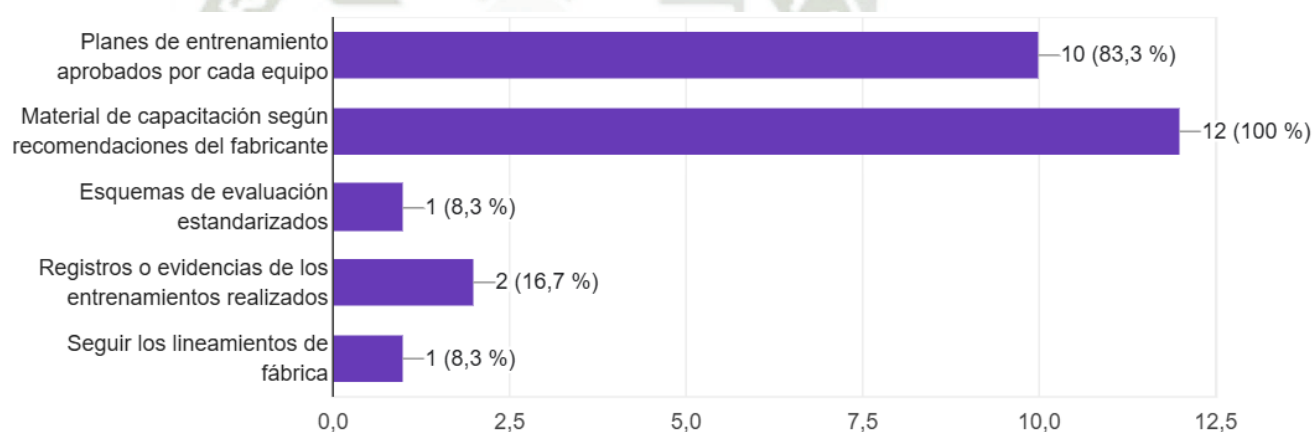
Tabla 4.8.
Recursos técnicos del Área de Entrenamiento de Equipos Mina

¿Cuáles son los principales recursos técnicos con los que debería contar el Área de Entrenamiento de Equipos Mina? Seleccione 02.	%
1 Planes de entrenamiento aprobados por cada equipo	83.3%
2 Material de capacitación según recomendaciones del fabricante	100.0%
3 Esquemas de evaluación estandarizados	8.3%
4 Registros o evidencias de los entrenamientos realizados	16.7%
5 Otro, indique:	8.3%

Nota. Elaboración propia

La tabla 4.8, muestra la opinión de los entrevistados ante los 02 recursos técnicos principales. En ese sentido se tiene como resultado que el 83.3% de los entrevistados considera que se deben contar con planes de entrenamiento aprobados por cada equipo; mientras que el 100.0% considera que se debe contar con material de capacitación según recomendaciones del fabricante; un 8.3% considera que se debe contar con esquemas de evaluación estandarizados; un 16.7% considera que se deben contar con registros o evidencias de los entrenamientos realizados. Finalmente, el 8.3% indica que se deben seguir los lineamientos de fábrica.

Figura 4.8.
Recursos técnicos del Área de Entrenamiento de Equipos Mina



Nota. Elaboración propia

La Figura 4.8, muestra que para el 100% de los entrevistados se debe contar con el material de capacitación según los lineamientos del fabricante, esto para todos y cada uno de los equipos presentes en la operación. Por otro lado, el 83% de los entrevistados, manifiesta que se deben contar con planes de entrenamiento aprobados por cada equipo.

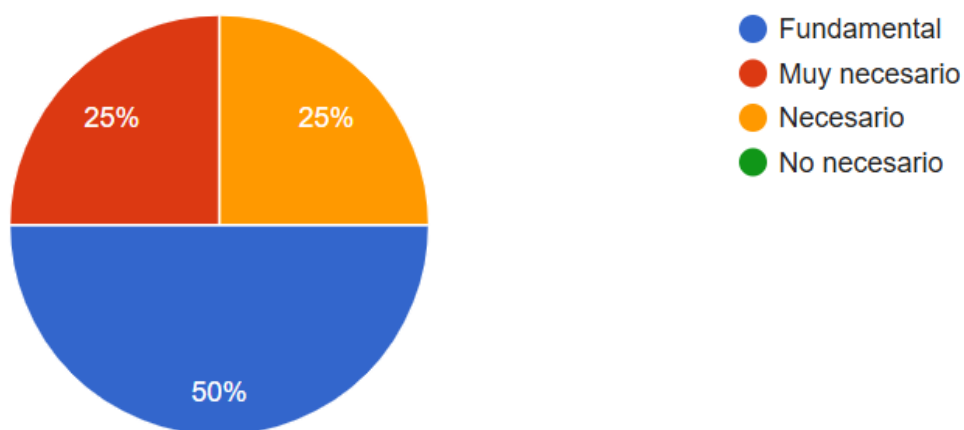
Tabla 4.9.
Necesidad del uso de simuladores para el Área de Entrenamiento de Equipos Mina

¿De qué manera considera necesario el uso de simuladores para el Área de Entrenamiento de Equipos Mina?	%
1 Fundamental	50.0%
2 Muy necesario	25.0%
3 Necesario	25.0%
4 No necesario	0.0%

Nota. Elaboración propia

La tabla 4.9, tiene la intención de determinar cómo percibe la necesidad del uso de simuladores para el Área de Entrenamiento de Equipos Mina, teniendo como resultado que el 50.0% de los entrevistados considera que es fundamental; un 25.0% considera que es muy necesario; mientras que el 25.0% restante indica que es necesario.

Figura 4.9.
Necesidad del uso de simuladores para el Área de Entrenamiento de Equipos Mina



Nota. Elaboración propia

La Figura 4.9, muestra que para el 50% de los entrevistados, el uso de simuladores es fundamental para el proceso de entrenamiento.

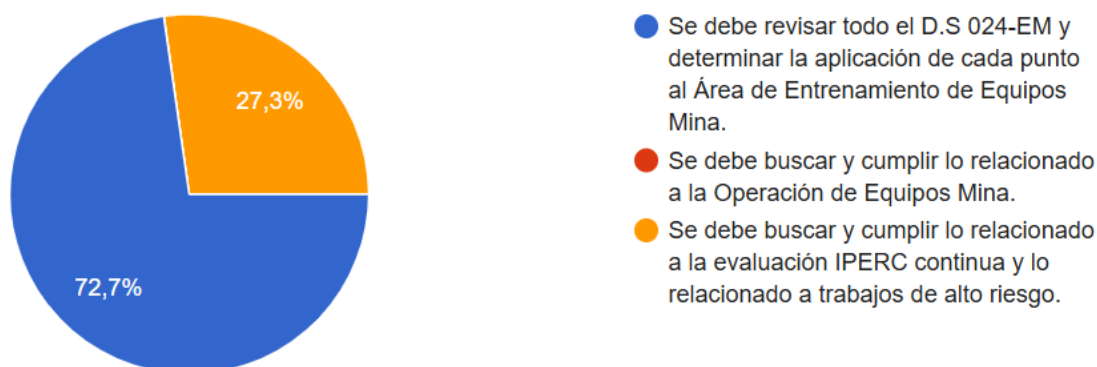
Tabla 4.10.
Impacto del D.S. 024-2016-EM y sus modificatorias al Área de Entrenamiento de Equipos Mina

¿Qué recomienda para determinar el impacto del D.S. 024-2016-EM y sus modificatorias, al Área de Entrenamiento de Equipos Mina?	%
1 Se debe revisar todo el D.S 024-EM y determinar la aplicación de cada punto al Área de Entrenamiento de Equipos Mina.	72.7%
2 Se debe buscar y cumplir lo relacionado a la Operación de Equipos Mina.	0.0%
3 Se debe buscar y cumplir lo relacionado a la evaluación IPERC continua y lo relacionado a trabajos de alto riesgo.	27.3%
4 Otro, indique:	0.0%

Nota. Elaboración propia

La tabla 4.10, busca determinar, qué recomiendan los entrevistados para determinar el impacto del D.S. 024-2016-EM y sus modificatorias, al Área de Entrenamiento de Equipos Mina. 72.7% de los entrevistados afirma que se debe revisar todo el D.S 024-EM y determinar la aplicación de cada punto al Área de Entrenamiento de Equipos Mina. Mientras que el 27.3% considera que se debe buscar y cumplir lo relacionado a la evaluación IPERC continua y lo relacionado a trabajos de alto riesgo, considerando que la operación de equipo pesado, deberá ser considerado como un trabajo de alto riesgo.

Figura 4.10.
Impacto del D.S. 024-2016-EM y sus modificatorias al Área de Entrenamiento de Equipos Mina



Nota. Elaboración propia

La Figura 4.10, muestra que 72.7% de los entrevistados recomienda que se debe revisar todo el D.S 024-EM y determinar la aplicación de cada punto al Área de Entrenamiento de Equipos Mina.

Tabla 4.11.
Documentos de gestión más importantes

¿Cuáles son los documentos de gestión más importantes para el Área de Entrenamiento de Equipos Mina?		%
1	Procedimientos Escritos de Trabajo Seguro aplicables al Área de Entrenamiento de Equipos Mina.	83.3%
2	Programas de solicitudes de entrenamientos a desarrollar.	0.0%
3	Registros, evidencias de informes de los entrenamientos realizados.	8.3%
4	Otro, indique:	8.4%

Nota. Elaboración propia

La tabla 4.11, busca determinar a juicio de los entrevistados los documentos de gestión más importantes para el Área de Entrenamiento de Equipos Mina, teniendo como resultado que: el 83.3% de los entrevistados considera que Procedimientos Escritos de Trabajo Seguro aplicables al Área de Entrenamiento de Equipos Mina; el 8.3% considera que registros, evidencias de informes de los entrenamientos realizados y finalmente un 8.4% afirma que contar documentos de las capacitaciones teóricas y entrenamiento practico, planes de entrenamiento del personal e informe de capacitación.

Figura 4.11.

Documentos de gestión más importantes



Nota. Elaboración propia

La Figura 4.11, muestra que el 83.3% de entrevistados considera que los Procedimientos Escritos de Trabajo Seguro aplicables al AEEM son los documentos de gestión más importantes.

Tabla 4.12.
Partes interesadas internas

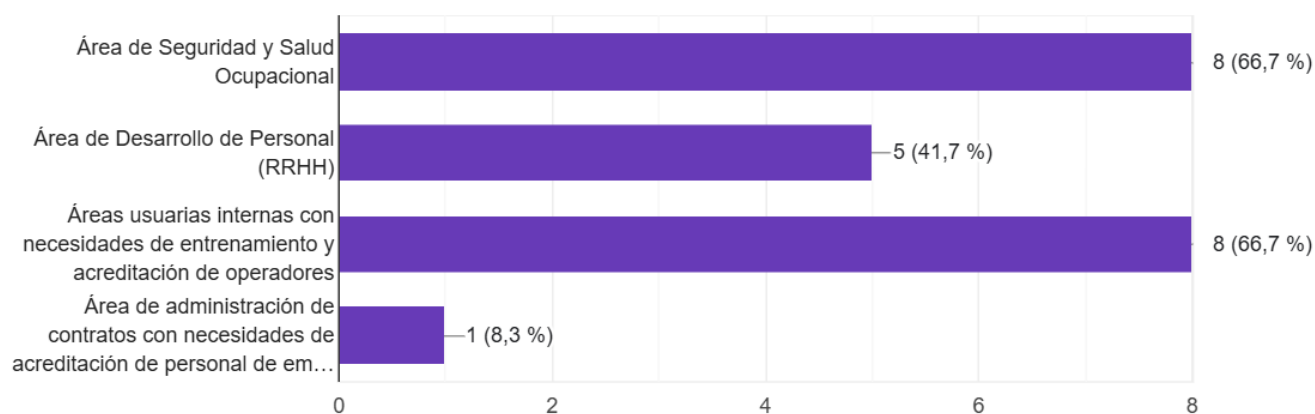
¿Qué partes interesadas internas deberían estar involucradas en la implementación y funcionamiento del Área de Entrenamiento de Equipos Mina? Indique 02 opciones.	%
1 Área de Seguridad y Salud Ocupacional	66.7%
2 Área de Desarrollo de Personal (RRHH)	41.7%
3 Áreas usuarias internas con necesidades de entrenamiento y acreditación de operadores	66.7%
4 Área de administración de contratos con necesidades de acreditación de personal de empresas contratistas	8.3%

Nota. Elaboración propia

La tabla 4.12, permite determinar la percepción de qué 02 partes interesadas internas deberían estar involucradas en la implementación y funcionamiento del Área de Entrenamiento de Equipos Mina. Se obtuvo como resultado que el 66.7% considera que el Área de Seguridad y Salud

Ocupacional; un 41.7% Área de Desarrollo de Personal (RRHH); un 66.7% afirma que las áreas usuarias internas con necesidades de entrenamiento y acreditación de operadores y finalmente un 8.3% indica que el Área de administración de contratos con necesidades de acreditación de personal de empresas contratistas.

Figura 4.12.
Partes interesadas internas



Nota. Elaboración propia

La gráfica muestra que las partes interesadas internas más importantes serían el Área de Seguridad y Salud Ocupacional y las áreas usuarias internas con necesidades de entrenamiento y acreditación de operadores; ambas con un 66.7% respectivamente.

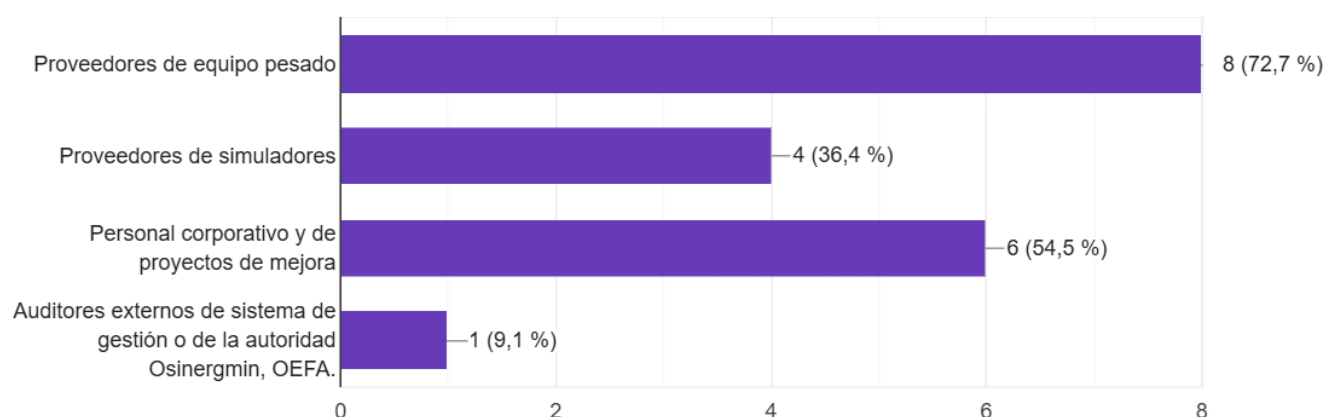
Tabla 4.13.
Partes interesadas externas

¿Qué partes interesadas externas (proveedores, consultores, instituciones educativas, etc.) se deberían considerar para la implementación y funcionamiento del Área de Entrenamiento de Equipos Mina? Indique 02 opciones.	%
1 Proveedores de equipo pesado	72.7%
2 Proveedores de simuladores	36.4%
3 Personal corporativo y de proyectos de mejora	54.5%
4 Auditores externos de sistema de gestión o de la autoridad Osinergmin, OEFA.	9.1%

Nota. Elaboración propia

La tabla 4.13, busca determinar a juicio de los entrevistados, cuales partes interesadas externas son las dos más importantes para la implementación y funcionamiento del Área de Entrenamiento de Equipos Mina. El 72.7% indicó proveedores de equipo pesado; un 36.4% considera proveedores de simuladores; un 54.5% considera a personal corporativo y de proyectos de mejora; finalmente un 9.1% considera a auditores externos de sistema de gestión o de la autoridad Osinergmin, OEFA.

Figura 4.13.
Partes interesadas externas



Nota. Elaboración propia

La Figura 4.13, muestra que las 02 partes interesadas externas más importantes a juicio de los entrevistados son: Proveedores de equipo pesado con 72.75% y personal corporativo y de proyectos de mejora con 54.5%.

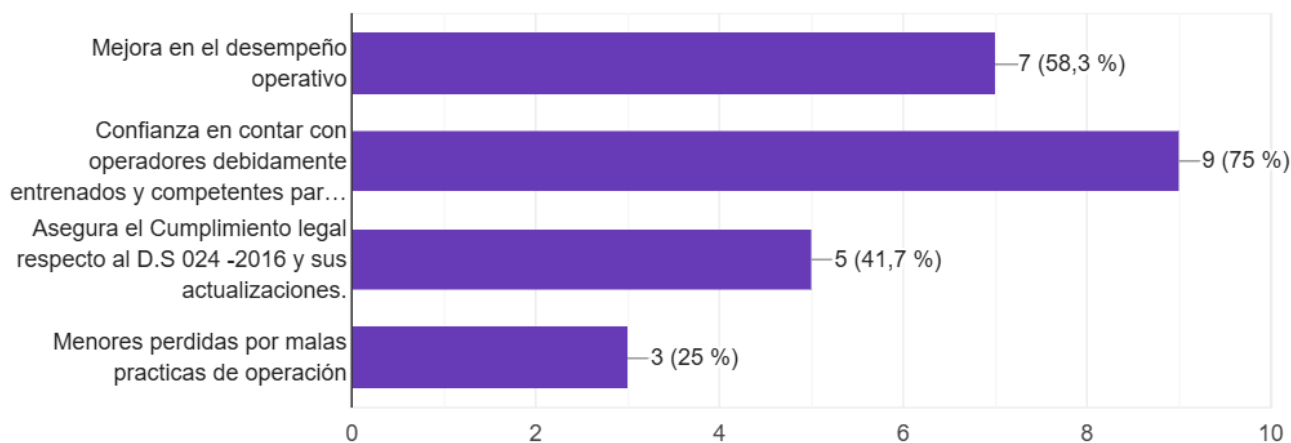
Tabla 4.14.
Principales beneficios tras implementar un Área de Entrenamiento de Equipos Mina

¿Cuáles serían, los principales beneficios tras implementar un Área de Entrenamiento de Equipos Mina?	%
1 Mejora en el desempeño operativo	58.3%
2 Confianza en contar con operadores debidamente entrenados y competentes para realizar las tareas.	75.0%
3 Asegura el Cumplimiento legal respecto al D.S 024 -2016 y sus actualizaciones.	41.7%
4 Menores perdidas por malas prácticas de operación.	25.0%
5 Otro, indique:	0.0%

Nota. Elaboración propia

La tabla 4.14, muestra los principales beneficios como resultado de la implementación del área de entrenamiento: Mejora en el desempeño operativo 58.3%. Confianza en contar con operadores debidamente entrenados y competentes para realizar las tareas 75.0%. Asegura el Cumplimiento legal respecto al D.S 024 -2016 y sus actualizaciones. 41.7%. Menores perdidas por malas prácticas de operación 25.0%.

Figura 4.14.
Principales beneficios tras implementar un Área de Entrenamiento de Equipos Mina



Nota. Elaboración propia

La Figura 4.14, muestra los principales beneficios de contar con un AEEM son: La confianza de contar con operadores debidamente entrenados y competentes para realizar las tareas 75.0% y mejorar el desempeño operativo 58.3%.

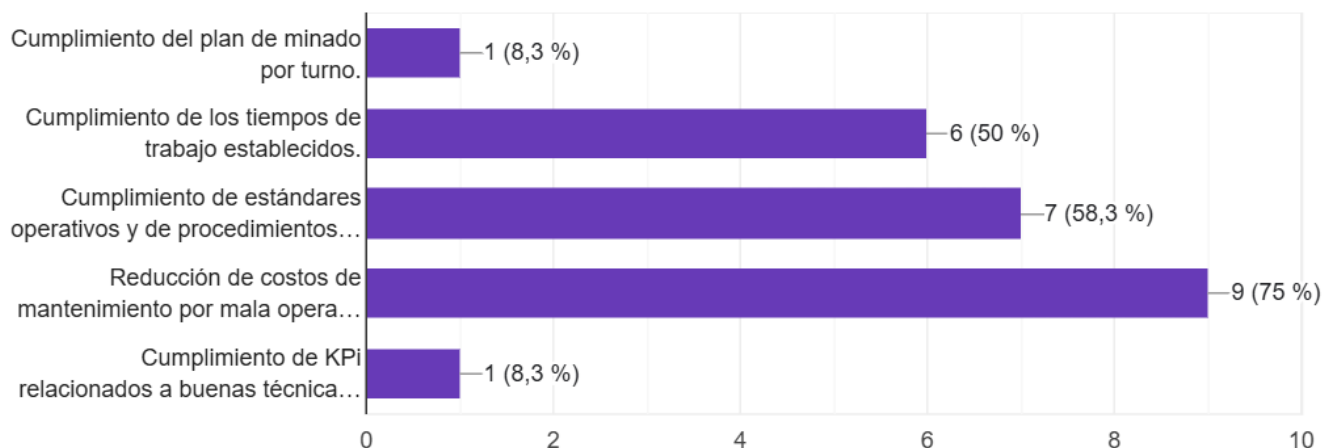
Tabla 4.15.
Medición de la mejora en el desempeño operativo

¿Cómo se podría medir la mejora en el desempeño operativo tras la implementación de un Área de Entrenamiento de Equipos Mina? Indique 02 opciones.	%
1 Cumplimiento del plan de minado por turno. Indicador = (Minado real en el turno / Minado objetivo del turno) %	8.3%
2 Cumplimiento de los tiempos de trabajo establecidos. Indicador = (Tiempo real de trabajo / Tiempo planificado) %	50.0%
3 Cumplimiento de estándares operativos y de procedimientos escritos de trabajo seguro (PETS). Indicador = (# Observaciones conformes / # Total observaciones) %	58.3%
4 Reducción de costos de mantenimiento por mala operación. Indicador = (\$ Costo de mantenimiento por mala operación periodo actual / \$ Costo de mantenimiento por mala operación periodo anterior) %	75.0%
5 KPI's de buenas técnicas de operación del equipo. (Varios equipos). Ejemplos de indicadores: <ul style="list-style-type: none"> • Consumo de combustible / toneladas de cobre producido = (\$/t) por periodo. • Velocidad de operación real / Velocidad objetivo por tramo = Delta C. • # de sobrecargas periodo actual / # de sobrecargas periodo anterior = Delta % de sobrecargas. 	8.3%

Nota. Elaboración propia

La tabla 4.15 muestra cómo se podría medir la mejora en el desempeño operativo como resultado de la implementación del área de entrenamiento: Cumplimiento del plan de minado por turno 8.3%. Cumplimiento de los tiempos de trabajo establecidos 50.0%. Cumplimiento de estándares operativos y de procedimientos escritos de trabajo seguro (PETS) 58.3%. Reducción de costos de mantenimiento por mala operación de los equipos 75.0%. KPI's de buenas técnicas de operación del equipo 8.3%.

Figura 4.15.
Medición de la mejora en el desempeño operativo



Nota. Elaboración propia

La Figura 4.15, muestra las dos formas de medir la mejora del desempeño operativo. Estas son: El 75.0% de los entrevistados considera la reducción de los costos de mantenimiento por la mala operación de los equipos. Del mismo modo, el 58.3% indica que por el cumplimiento de estándares operativos y de procedimientos escritos de trabajo seguro (PETS).

Tabla 4.16.
Medición de la mejora en Seguridad y Salud Ocupacional

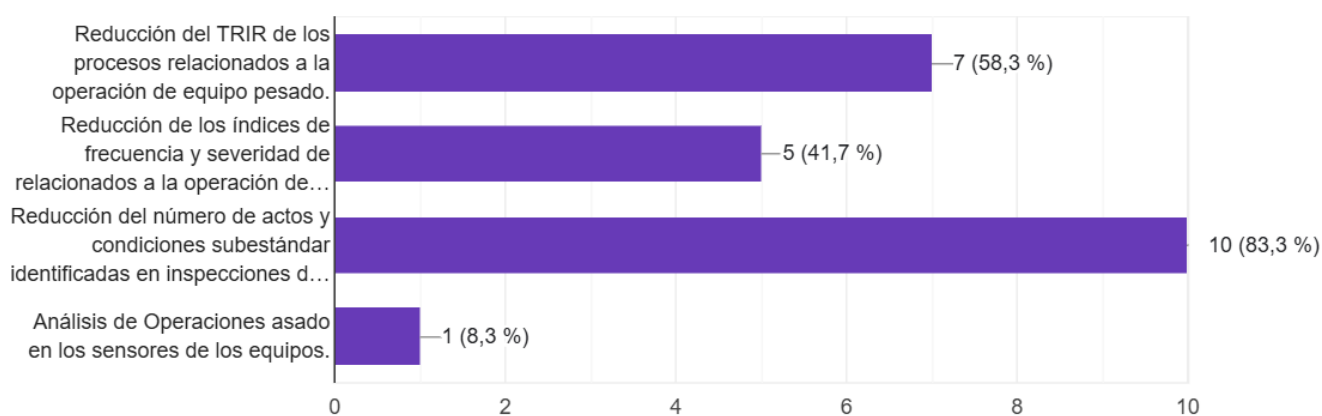
¿Cómo se podría medir la mejora en Seguridad y Salud Ocupacional tras la implementación de un Área de Entrenamiento de Equipos Mina? Indique 02 opciones.	%
1 Reducción del TRIR de los procesos relacionados a la operación de equipo pesado. TRIR = (#total de incidentes registrables X 2 000 000) / Horas hombre total trabajadas al año.	58.3%
2 Reducción de los índices de frecuencia (IF) y severidad (IS) de relacionados a la operación de equipo pesado. IF = (#Accidentes X 1 000 000) / Horas hombre trabajadas. IS = (#Días perdidos X 1 000 000) / Horas hombre trabajadas.	41.7%
3 Reducción del número de actos y condiciones subestándar identificadas en inspecciones de seguimiento a operadores de equipo pesado.	83.3%
Indicador = (# Observaciones conformes / # Total observaciones) %	

4 Otro, indique:	8.3%
------------------	------

Nota. Elaboración propia

La tabla 4.16, nos muestra las 02 formas que a juicio de los entrevistados se podría medir la mejora en Seguridad y Salud Ocupacional tras la implementación de un Área de Entrenamiento de Equipos Mina: Reducción del TRIR de los procesos relacionados a la operación de equipo pesado 58.3%. Reducción de los índices de frecuencia y severidad de relacionados a la operación de equipo pesado 41.7%. Reducción del número de actos y condiciones subestándar identificadas en inspecciones de seguimiento a operadores de equipo pesado 83.3%. Análisis de operaciones basado en los sensores de los equipos 8.3%.

**Figura 4.16.
Medición de la mejora en Seguridad y Salud Ocupacional**



Nota. Elaboración propia

La Figura 4.16, muestra que la reducción del número de actos y condiciones subestándar identificados en las inspecciones de seguimiento a operadores de equipo pesado (83.3%) y la reducción del TRIR de los procesos relacionados a la operación de equipo pesado; nos permitirían

medir la mejora en Seguridad y Salud Ocupacional tras la implementación de un Área de Entrenamiento de Equipos Mina.

4.2 Discusión

Después de realizar la investigación entre los líderes, supervisores e instructores del Área de Entrenamiento de Equipos Mina, se obtuvo la siguiente información relevante:

- La experiencia en la operación del equipo y trabajo en campo fue considerada por el 83.3% de los entrevistados como una competencia técnica fundamental para un instructor de equipos mina. Es por ello que en la industria minera actual, muchos operadores experimentados y con carreras destacadas en la operación de equipos, fueron promovidos y formados como instructores de equipo mina. Factor fundamental es que tenga experiencia en una variedad de equipos considerando diferentes marcas, modelos y series; lo cual se logra habiendo trabajado en varios proyectos mineros y de construcción.
- La capacidad de expresarse adecuadamente para transmitir conocimientos es la cualidad personal que el 91.7% de los entrevistados consideraron como fundamental para un Instructor de Equipos Mina. Esto debido a que es fundamental transmitir conocimientos teóricos tales como: Identificar los principales componentes y sistemas de los equipos. Interpretar la información operativa de los sistemas y aplicar los procedimientos de seguridad. Ejecutar inspecciones preoperacionales y operacionales conforme a estándares del fabricante. Aplicar técnicas correctas de operación en condiciones normales y adversas, evitando vicios operativos. Enseñar buenas prácticas operativas, alineadas a los procedimientos y políticas de seguridad minera.
- Establecer los objetivos del área de entrenamiento (83.3%) y representar al Área de Entrenamiento ante la Alta Dirección (50%) serían las principales responsabilidades

del Superintendente del Área de Entrenamiento de Equipos Mina. Esta importante labor de gestión requiere que el Superintendente del Área de Entrenamiento Mina tenga una estrecha vinculación con la Gerencia Mina definiendo los objetivos considerando los recursos disponibles según el presupuesto disponible.

- Velar por la consecución de los objetivos (83.3%) y velar por la adecuada gestión de Seguridad, Salud y Medio Ambiente (50.0%), serían las principales responsabilidades de los supervisores del Área de Entrenamiento. Para esto, se requiere que los supervisores cuenten con competencias destacadas en planificación de los entrenamientos, conocimiento de procesos de acreditación, gestión de proveedores de productos o servicios del área. Del mismo modo, deben dominar aspectos claves de la gestión de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio ambiente para poder asegurar que se establezcan adecuadamente los controles propuestos a los peligros identificados. Debe dominar la gestión de inspecciones, IPERC continuo, ATS, estándares y procedimientos de operaciones mina y del área de entrenamiento.
- Las responsabilidades principales del Instructor del Área de Entrenamiento de Equipos Mina, son el realizar la capacitación teórica (58.3%), realizar el entrenamiento práctico (50.0%) y realizar auditorías y seguimiento en campo a los operadores acreditados (50.0%).
- Para el 50% de los entrevistados, el viaje para capacitación y evaluación del instructor a la sede del representante de fábrica, es la mejor manera para evaluar y certificar la competencia de los instructores de Equipos Mina.
- Los recursos físicos más importantes para los entrevistados son: salas de capacitación/oficinas (88.3%) y contar con diferentes equipos disponibles para la familiarización y posterior entrenamiento práctico (88.3%).

- Los recursos técnicos principales son contar con el material de capacitación según los lineamientos del fabricante (100%) y contar con planes de entrenamiento aprobados por cada equipo (83%).
- Para el 50% de los entrevistados, el uso de simuladores es fundamental para el proceso de entrenamiento.
- El 72.7% de los entrevistados recomienda que se debe revisar todo el D.S 024:2016 - EM y sus modificatorias para determinar la aplicación de cada punto al Área de Entrenamiento de Equipos Mina.
- Los documentos de gestión más importantes para el 83.3% de entrevistados son los Procedimientos Escritos de Trabajo Seguro aplicables al Área de Entrenamiento de Equipos Mina.
- Las partes interesadas internas más importantes serían el Área de Seguridad y Salud Ocupacional y las áreas usuarias internas con necesidades de entrenamiento y acreditación de operadores; ambas con un 66.7% respectivamente.
- Las partes interesadas externas más importantes a juicio de los entrevistados son: Proveedores de equipo pesado con 72.75% y personal corporativo y de proyectos de mejora con 54.5%.
- Los principales beneficios de contar con un AEEM son la confianza de contar con operadores debidamente entrenados y competentes para realizar las tareas (75.0%) y mejorar el desempeño operativo (58.3%).
- Para medir la mejora del desempeño operativo a partir de la implementación del AEEM se consideran la reducción de los costos de mantenimiento por la mala operación de los equipos (75.0%) y el cumplimiento de estándares operativos y de procedimientos escritos de trabajo seguro (PETS) (58.3%).

- Para medir la mejora en Seguridad y Salud Ocupacional tras la implementación de un Área de Entrenamiento de Equipos Mina, los indicadores considerados serían la reducción del número de actos y condiciones subestándar identificados en las inspecciones de seguimiento a operadores de equipo pesado (83.3%) y la reducción del TRIR de los procesos relacionados a la operación de equipo pesado (58.3%).
- El aporte del AEEM a la mejora de la Cultura de Seguridad y a la mejora de los resultados generales en materia de Salud y Seguridad de la empresa minera, será fundamental. Los operadores serán capacitados sobre aspectos clave para prevenir incidentes en la operación de los equipos. Temas tales como IPERC continuo, técnicas seguras de operación, PETS de las tareas relacionadas, preparación y respuesta ante emergencias, entre otros; permitirá contar en la operación minera con operadores sensibilizados y conocedores de los controles necesarios para una operación segura y eficiente.
- Adicionalmente, a través de las inspecciones y seguimiento permanente a los operadores, se logrará fortalecer los hábitos seguros de la operación de los equipos, logrando operadores más consientes y respetuosos de las normas de Seguridad Establecidas.

4.3 **Diseño de una propuesta para la implementación del Área de Entrenamiento de Equipos Mina en una operación minera a tajo abierto en el Perú**

En base a todo lo anterior, pongo a disposición de las empresas mineras de nuestro país, especialmente de las empresas mineras a tajo abierto y les propongo aplicar las siguientes Fases de manera sistemática y recurrente en busca de una adecuada implementación del AEEM y su mejora continua:

Fase 1 – Definición del alcance: En base a las necesidades actuales y al contexto de la organización; es necesario determinar qué tipos y familias de equipos abarcará el Área de Entrenamiento de Equipos Mina.

- Equipo liviano: Camionetas, vanes, camiones semipesados PB>12 ton.
- Equipos de perforación: Perforadoras de producción, perforadoras de precorte.
- Equipos de carguío: Palas de cables, palas hidráulicas, cargadores frontales.
- Equipos de acarreo: Camiones de acarreo, camiones cisternas de regadío de agua, camiones plataforma (lowboy).
- Equipos auxiliares dentro de mina: Tractor de orugas, tractor de ruedas, motoniveladoras, excavadoras, retroexcavadoras, rodillo compactador.
- Equipos auxiliares fuera de mina: Grúas, montacargas, minicargadores.

En esta fase el conocimiento y la forma de plantear como se identifica el entorno es clave en la toma de decisiones, para ello se aplica un análisis FODA, donde son parte del análisis externo las oportunidades y amenazas que se puedan identificar; así como en el análisis interno se deberán determinar las fortalezas, debilidades y necesidades que posee la empresa.

Fase 2 – Designación del líder y del equipo supervisor del Área de Entrenamiento de Equipos Mina. La Gerencia Mina deberá designar a un Supervisor Senior de Operaciones Mina, que haya demostrado grandes dotes de liderazgo.

Fase 3 – Designación de los Instructores de Equipos Mina.

- Se debe dar preferencia a promover operadores destacados cuyos años de experiencia en la operación puedan avalar sus cualidades personales, experiencia y conocimiento del equipo y de la operación.
- Se deben reforzar las competencias del instructor; es decir se le debe proporcionar entrenamiento en técnicas para transmitir sus conocimientos tanto teóricos como prácticos y poder aplicar técnicas de capacitación para personas mayores. Una opción para esto sería el curso “Entrenando al entrenador”.
- Se deben reforzar las competencias tecnológicas y digitales de los instructores. Cursos de MS office a nivel intermedio es importante para que los operadores puedan elaborar sus documentos y materiales de capacitación.
- Se debe evaluar y certificar la competencia de los instructores a través de los representantes o los mismos fabricantes de equipos pesados. Empresas como Caterpillar y Komatsu, brindan esas certificaciones a solicitud de sus clientes.

Fase 4 – Determinación de los recursos físicos.

- Salas de capacitación / Oficinas
- Zonas de entrenamiento específicas por tipo de equipo

- Simuladores de equipos mina
- Equipos para la inspección preoperacional, familiarización e inicio de la operación del equipo.

Fase 5 – Determinación de los recursos técnicos.

- Planes de entrenamiento aprobados por cada equipo: Contiene los temas y evaluaciones de la capacitación teórica. Contiene las actividades y horas para el entrenamiento práctico; entre ellas considerar conocimiento de componentes, operando en zona de entrenamiento, asistiendo como observador en la operación, operando acompañado, operando solo. Contiene las evaluaciones de seguimiento y la evaluación final para acreditación.
- Material de capacitación según recomendaciones del fabricante: El Área de Entrenamiento de Equipos Mina, debe contar con los manuales de operación y mantenimiento; en base a los cuales se debe capacitar y evaluar a todos los operadores que pasen por procesos de entrenamiento. En este punto, se consideran seguir todos los lineamientos de fábrica, indicado por unos de los entrevistados.
- Material de capacitación según los Procedimientos Escritos de Trabajo Seguro (PETS) de la Operación: Los operadores que se integrarán al trabajo en campo, deben conocer perfectamente las disposiciones de Seguridad y Operaciones establecidos en los procedimientos asociados a sus tareas. Estos conocimientos deben ser verificados y reforzados durante el proceso de entrenamiento, antes, durante y después de que el operador haya sido acreditado como tal.
- Esquemas de evaluación estandarizados: Los Instructores de Equipos Mina, deberán observar, cotejar y registrar objetivamente los criterios fundamentales

para avalar técnicamente que el operador en entrenamiento es competente para operar el equipo de una manera segura y eficiente. Para esto se debe contar con los formatos de evaluación específicos para cada equipo, conteniendo los aspectos puntuales a ser considerados para el trabajo de evaluación del Instructor de Equipos Mina.

- Registros o evidencias de los entrenamientos realizados: Los documentos que sustenten y den trazabilidad a los entrenamientos realizados son indispensables para el área de Entrenamiento de Equipos Mina. Se deben guardar registros físicos o electrónicos de capacitación teórica, evaluaciones teóricas, periodo de familiarización con el equipo, registros de asistencia al entrenamiento práctico, evaluación para acreditación.

Fase 6 – Determinación de las partes interesadas internas.

- Área de Seguridad y Salud Ocupacional: Es responsable de emitir las acreditaciones de los operadores que culminaron los entrenamientos. Es decir, guarda en su sistema de acreditaciones todos los equipos que el trabajador está autorizado a operar dentro de la empresa.
- Área de Desarrollo de Personal (RRHH): Es responsable guardar todas las evidencias de capacitación y entrenamiento de los operadores que culminaron los entrenamientos. Es decir, guarda en su sistema de capacitación de personal todos los cursos, evaluaciones y demás evidencias de su capacitación.
- Áreas usuarias internas con necesidades de entrenamiento y acreditación de operadores: Áreas como Mantenimiento Mina tienen trabajadores que requieren operar equipo liviano en mina, equipo semipesado como camiones lubricadores,

camiones grúa, equipo de producción para realizar pruebas de funcionamiento o trasladar equipos al taller o a la zona de “listos” según sea el caso. Otro ejemplo es el área de Mantenimiento Procesos quienes necesitan operadores acreditados para operar grúas puente, pórtico, semipórtico u otros equipos de izaje. Es por eso, que el Área de Entrenamiento de Equipos Mina, debe mapear todas las áreas que podrían requerir servicios de entrenamiento y acreditación de operadores.

- Área de administración de contratos con necesidades de acreditación de personal de empresas contratistas: Existen empresas contratistas, cuyo personal debe operar equipo liviano, camiones semipesados, grúas de brazo articulado en el área de operaciones mina u otra área; el Área de Entrenamiento, se convierte en una medida de control administrativo muy útil para evitar incidentes relacionados a personal de empresas contratistas en la operación de equipos. Para los trabajadores de empresas contratistas que requieran operar equipos dentro de mina, el AEEM en coordinación con el área legal y contratos debería aplicar evaluaciones de competencia, más no realizar capacitaciones para evitar incurrir en contingencias laborales.
- Otras Áreas relevantes: Tecnología Minera, Mantenimiento Mina, Costos, Equipos de mejora continua, equipos de innovación, entre otras. Todas estas áreas en colaboración con el AEEM participan en la implementación de proyectos de mejora para las operaciones de la mina en general.

Fase 7 – Determinación de las partes interesadas externas.

- Proveedores de equipo definidos en el alcance del AEEM: El AEEM a través de sus Instructores expertos en los equipos operados en la mina, debe participar en la

recepción de los equipos comprados, probar el equipo y verificar que funcione adecuadamente para proceder a dar conformidad y recibir el equipo. Antes de la recepción, los expertos del AEEM, deberá aportar su opinión técnica respecto a cuál equipo, marca y serie será la mejor opción para las necesidades operativas identificadas. Por otro lado, el AEEM deberá contar con todos los manuales de operación y mantenimiento de los equipos disponibles en la operación. Adicionalmente se deberá contar con las personas de contacto de los proveedores de equipo pesado para realizar algunas consultas técnicas de ser el caso.

- Proveedores de simuladores: Para efectos de contar con un adecuado soporte técnico, considerando las actualizaciones y mejoras tecnológicas de estos equipos; es fundamental contactar a los representantes de los equipos simuladores con los que cuente el AEEM.
- Personal corporativo y de proyectos de mejora: El AEEM es el motor de la implementación de proyectos de mejora pues sus expertos técnicos y supervisión deben liderar proyectos de mejora, tanto internos como con personal corporativo. Algunos ejemplos de proyectos de mejora que se podrían implementar son: Sistema de Medición y Mejoramiento del Desempeños de Operadores de Equipos Mina; proyecto que consiste en registrar las técnicas de operación a través de tecnología VIMS y GPS, generar reportes de los KPI's determinados por cada equipo para finalmente programar la intervención de los Instructores del AEEM hasta evidenciar mejoras en el desempeño individual y colectivo de los operadores. Otros ejemplos de proyectos en los que la intervención del AEEM es clave podrían ser sistemas antifatiga, sistemas anticolidión, sistemas de señalización como referencia operativa, operación autónoma de equipos, operación remota de equipos.

- Auditores externos de sistema de gestión o de la autoridad Osinergmin, OEFA:
En situaciones donde se reciba la visita de auditores externos y de la autoridad; la supervisión del AEEM debe estar en la capacidad de evidenciar todas las practicas que realiza el AEEM en el día a día, respetando el Medio Ambiente y velando por la seguridad y salud de los operadores en entrenamiento.

Fase 8 – Elaboración de los Planes de entrenamiento para cada equipo o familia de equipos a cargo de la supervisión y los instructores del AEEM.

Para todos los equipos dentro del Alcance del AEEM, se deberá considerar lo siguiente:

- Definir contenidos y tiempos de la capacitación teórica. (Seguridad y control de riesgos en la operación del equipo, características y funcionamiento básico del equipo, conocimiento de los mandos y controles del equipo, seguridad, descripción general del equipo, Identificación de componentes principales, descripción de mandos y controles, sistemas instalados en el equipo, monitor VIMS, técnicas de operación).
- Evaluación teórica.
- Definir actividades y tiempos para el entrenamiento practico (simulador de entrada y simulador de salida, familiarización con el equipo en campo, inspección pre operacional, operación en zona de entrenamiento, como observador en el equipo, operando acompañado, operando solo.
- Evaluación final practica para acreditación

Fase 9 – Implementación del Sistema Integrado de Gestión del AEEM.

- Matriz de mapeo de procesos
- Matriz IPERC
- Programas anuales de gestión: auditorías, capacitación, inspecciones, programa de gestión ambiental, revisión de documentos, etc.
- Procedimientos Escritos de Trabajo seguro (PETS).

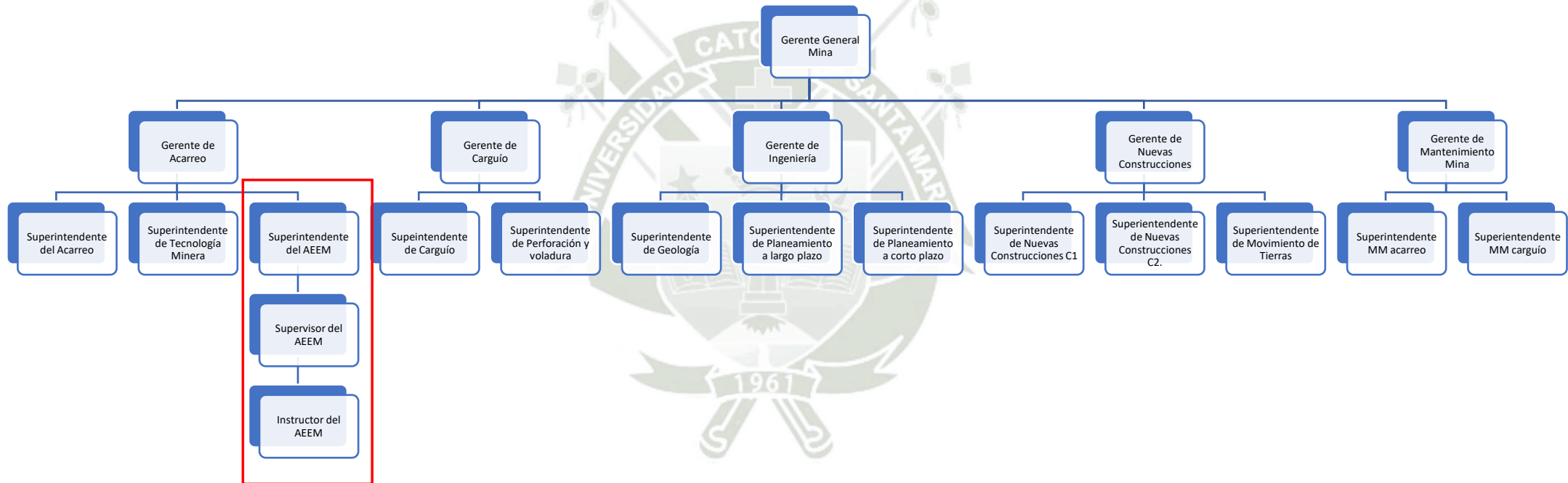
Fase 10 – Inicio de operaciones y mejora continua.



4.4 Estructura Organizacional del Área de Entrenamiento de Equipos Mina en una operación minera a tajo abierto.

Figura 4.17.

Organigrama de la Gerencia General Mina de la empresa minera objeto de estudio, incluyendo la estructura organizacional del AEEM

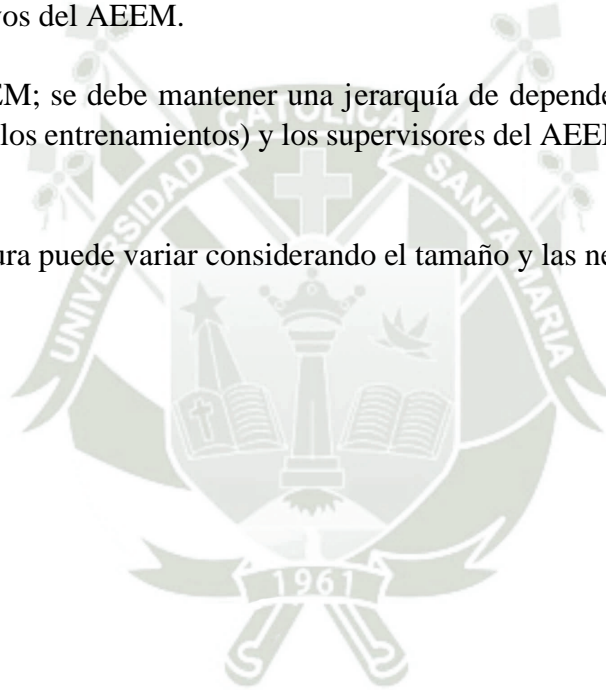


Nota. Muestra la estructura jerárquica necesaria para el adecuado funcionamiento del AEEM.

Respecto al Organigrama, considerar los siguientes puntos relevantes:

1. Debe reportar a la máxima autoridad de la gerencia mina; esto para asegurar la asignación de recursos correspondientes.
2. Debe tener el mismo nivel jerárquico que otras superintendencias de la Gerencia General Mina; esto debido a las coordinaciones operativas que se requieran para lograr los objetivos del AEEM.
3. Para las funciones operativas del AEEM; se debe mantener una jerarquía de dependencia directa entre los Instructores de equipos mina (atención específica en la ejecución de los entrenamientos) y los supervisores del AEEM (coordinación con las áreas usuarias y otras partes interesadas involucradas).
4. Importante considerar que esta estructura puede variar considerando el tamaño y las necesidades de la empresa minera.

Nota. Elaboración propia

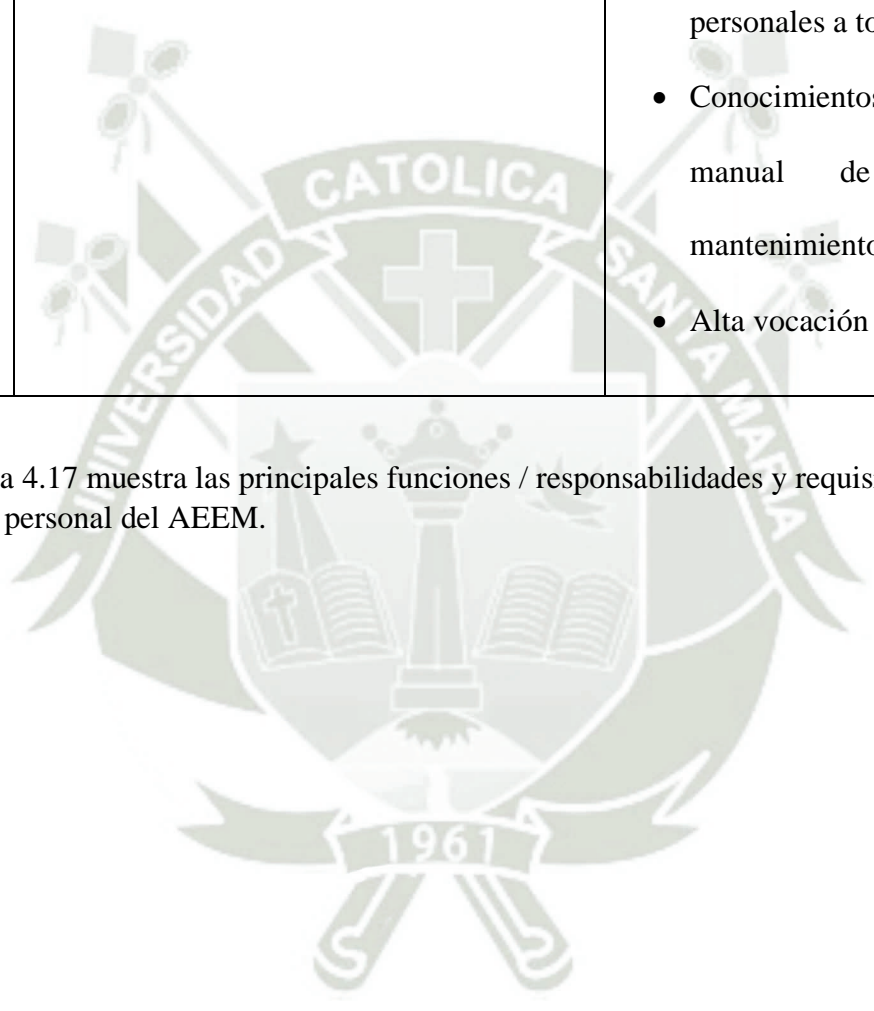


4.5 Funciones/responsabilidades y requisitos de competencia del personal del Área de Entrenamiento de Equipos Mina en una operación minera a tajo abierto.

Puesto	Funciones / Responsabilidades	Requisitos de competencia
Superintendente del AEEM	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer los objetivos del área de entrenamiento Proveer los recursos necesarios • Representar al área de entrenamiento ante la Alta Dirección • Establecer las políticas y lineamientos para la operación 	<ul style="list-style-type: none"> • Titulado y colegiado en Ingeniería de Minas o carreras afines. • Experiencia no menor a 5 años como supervisor Senior de Operaciones Mina. • Capacidad comprobada de liderazgo y habilidades de dirección estratégica de equipos.
Supervisor del AEEM	<ul style="list-style-type: none"> • Velar por la consecución de los objetivos del área • Velar por la adecuada asignación de recursos del área • Velar por la adecuada gestión de Seguridad, Salud y Medio Ambiente del área • Representar al área de entrenamiento ante otras áreas de la Organización 	<ul style="list-style-type: none"> • Titulado y colegiado en Ingeniería de Minas o carreras afines. • Experiencia no menor a 3 años como supervisor de Operaciones Mina. • Capacidad comprobada de planificación, liderazgo visible en Seguridad, Medio Ambiente y gestión de personas.
Instructor del AEEM	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar la capacitación teórica • Realizar el entrenamiento practico 	<ul style="list-style-type: none"> • Técnico en operación de maquinaria pesada.

	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar la evaluación para la acreditación • Realizar auditorías y seguimiento en campo a los operadores acreditados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Experiencia no menor a 10 años como operador múltiple de equipo minero. • Capacidad de comunicación y establecer buenas relaciones personales a todo nivel. • Conocimientos avanzados del manual de operación y mantenimiento. • Alta vocación de servicio.
--	---	--

La tabla 4.17 muestra las principales funciones / responsabilidades y requisitos de competencia para el personal del AEEM.



CONCLUSIONES

PRIMERA

Se logró diseñar una propuesta para la implementación del Área de Entrenamiento de Equipos Mina, la cual consta de 10 fases de implementación. Las fases indicadas, siguen un orden lógico a partir del cual, la empresa puede definir los recursos necesarios según su contexto y necesidades.

SEGUNDA

Se determinaron los recursos, requerimientos técnicos y normativos necesarios para la implementación efectiva del Área de Entrenamiento de Equipos Mina. Los recursos físicos más importantes son salas de capacitación/oficinas y contar con diferentes equipos disponibles para la familiarización y posterior entrenamiento práctico. El uso de simuladores es fundamental para el proceso de entrenamiento.

Los recursos técnicos principales son contar con el material de capacitación según los lineamientos del fabricante y contar con planes de entrenamiento aprobados por cada equipo. Procedimientos Escritos de Trabajo Seguro aplicables al Área de Entrenamiento de Equipos Mina.

Respecto a los requerimientos normativos; se debe revisar todo el D.S 024-EM:2016 y sus modificatorias para determinar la aplicación de cada punto al Área de Entrenamiento de Equipos Mina.

TERCERA

Se logró proponer una estructura organizacional con una clara definición de funciones y responsabilidades para el adecuado funcionamiento del Área de Entrenamiento de

Equipos Mina. Del mismo modo, se definieron los requisitos de competencia de las posiciones señaladas.

CUARTA

Se logró determinar el rol de las partes interesadas internas y externas, estableciendo como se relacionan con el Área de Entrenamiento de Equipos Mina para asegurar su sostenibilidad y logro de objetivos.

QUINTA

Se logró determinar los indicadores tanto de desempeño operativo como del desempeño en Seguridad y Salud Ocupacional para evidenciar mejoras derivadas de la implementación del Área de Entrenamiento de Equipos Mina; siendo las principales: Desempeño operativo (Reducción de los costos de mantenimiento por la mala operación de los equipos y cumplimiento de estándares operativos y de procedimientos escritos de trabajo seguro). Desempeño en Seguridad y Salud en el trabajo (reducción del número de actos y condiciones subestándar y la reducción del TRIR de los procesos relacionados a la operación de equipo pesado).

RECOMENDACIONES

PRIMERA

Se recomienda que todas las empresas mineras, que tienen ya implementado un AEEM, sin importar su tamaño, deberían revisar la presente propuesta para la implementación del Área de Entrenamiento de Equipos Mina; esto con el objetivo de identificar brechas y reforzar su AEEM en base a las 10 fases de implementación planteadas.

SEGUNDA

Se recomienda a las empresas de minería subterránea que cuentan con flotas de equipos mineros, que independientemente de su tamaño, puedan implementar la presente propuesta con el objetivo de asegurar la operación segura y eficiente de sus equipos.

TERCERA

Se recomienda a las empresas mineras en general, que observen en el AEEM un área con muchísimo potencial para lograr permanentemente mejorar el desempeño operativo, el desempeño en Seguridad y Salud Ocupacional y asegurar permanentemente el cumplimiento legal referido a los riesgos relacionados a la operación de equipo minero.

CUARTA

Se recomienda a los líderes del AEEM, realicen periódicamente rotaciones de equipos asignados entre los Instructores para realizar los entrenamientos. Es importante contar con instructores multifuncionales, que puedan ayudar a hacer más fluidos los entrenamientos optimizando recursos.

QUINTA

Se recomienda que los líderes del AEEM, periódicamente estén atentos para identificar equipos que están próximos a ser dados de baja de la operación; estos equipos pueden ser solicitados para el AEEM. Importante considerar que estos equipos que pasarán al AEEM, deberán contar con un presupuesto para sus respectivos programas de mantenimiento, considerando que ya no se utilizarán con fines de producción, lo cual hace que sus costos de mantenimiento no sean tan elevados como antes de salir de la operación.

SEXTA

Se recomienda que los líderes del AEEM desarrollen óptimas relaciones de trabajo con las partes interesadas tanto internas como externas; esto con el fin de formar alianzas, hacer sinergia y desarrollar conexiones que puedan ayudar a formar operadores de elite en la operación minera.

SEPTIMA

Para futuras investigaciones relacionadas al AEEM; se recomienda se incluya tanto la estructura como los indicadores para medir la cultura de seguridad del AEEM. Al ser aplicadas las encuestas y entrevistas, nos mostrará cual es el nivel de cultura de seguridad que rodea a personal de AEEM y que será transmitida a personal que pase por procesos de entrenamiento. Para medir la Cultura de Seguridad se puede utilizar la “Curva de Bradley” determinando si la cultura del AEEM es reactiva, dependiente, independiente o interdependiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bartram, D., & Roe, R. (2008). Competency frameworks in European HRM. *Journal of European Industrial Training*, 32(2/3), 206–228. <https://doi.org/10.1108/03090590810861660>
- Chiavenato, I. (2009). *Gestión del talento humano*. McGraw-Hill Interamericana.
- Dessler, G. (2013). *Administración de recursos humanos* (13.ª ed.). Pearson Educación.
- Díaz, C., & Rivas, M. (2020). Centro de entrenamiento para operadores de maquinaria minera: propuesta de diseño funcional [Tesis de pregrado, Universidad de Antofagasta]. Repositorio institucional Universidad de Antofagasta.
- Hamza, E (2025). Curva de Bradley. <https://informacionprevencion.com/normativa-prl/curva-de-bradley/>
- Huerta Manrique, K. (2019). Análisis de los programas de formación técnica en operadores de maquinaria en minería y su relación con la productividad [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
- Instituto de Seguridad Minera (ISEM). (2021). Informe sobre buenas prácticas en la formación de operadores de maquinaria minera. <https://www.iseperu.org.pe>
- Lazo Arce, P. (2020). Propuesta de implementación de un programa integral de formación para operadores de maquinaria en una empresa minera en Ayacucho [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI. <https://repositorio.uni.edu.pe>
- Ministerio de Energía y Minas (MINEM). (2016). Reglamento de Seguridad y Salud en Minería – D.S. N° 024-2016-EM. <https://www.gob.pe/institucion/minem/normas-legales/1188997-ds-n-024-2016-em>
- Mora Palomino, D. (2022). Diseño de un modelo de gestión del conocimiento para la formación técnica de operadores de maquinaria pesada en minería [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio UNP. <https://repositorio.unp.edu.pe>
- Morales, J., & Campos, L. (2019). Modelo de entrenamiento por competencias para operadores de maquinaria pesada en minería superficial. *Revista Ingeniería Industrial*, 15(1), 45–58. <https://doi.org/10.18800/reving.201901.003>
- Quispe Mamani, R. (2017). Evaluación del impacto de la capacitación técnica en la reducción de incidentes en operaciones mineras de tajo abierto [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio UNA. <https://repositorio.unap.edu.pe>
- Salazar Huamani, J. L. (2018). Diseño e implementación de un sistema de capacitación para operadores de equipos pesados en minería superficial [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa].

Vera Campos, A., & Mendoza Salas, R. (2021). Optimización del entrenamiento de operadores de maquinaria pesada mediante simuladores en operaciones mineras [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú].



ANEXOS

Anexo 01: Propuesta de instrumento para la entrevista de mercado

1. ¿Qué competencias técnicas usted considera fundamentales para un instructor de Equipos Mina?
2. ¿Qué cualidades personales, usted considera indispensables para un instructor de Equipos Mina?
3. ¿Cuáles son las principales responsabilidades del Superintendente del Área de Entrenamiento de Equipos Mina?
4. ¿Cuáles son las principales responsabilidades del Supervisor del Área de Entrenamiento de Equipos Mina?
5. ¿Cuáles son las principales responsabilidades del Instructor del Área de Entrenamiento de Equipos Mina?
6. ¿Cómo se debería evaluar y certificar la competencia de los instructores de Equipos Mina?
7. ¿Qué recursos físicos considera los más necesarios para implementar un Área de Entrenamiento de Equipos Mina?
8. ¿Cuáles son los principales recursos técnicos con los que debería contar el Área de Entrenamiento de Equipos Mina?
9. ¿De qué manera considera necesario el uso de simuladores para el Área de Entrenamiento de Equipos Mina?
10. ¿Qué recomienda para determinar el impacto del D.S. 024-2016-EM y sus modificatorias, al Área de Entrenamiento de Equipos Mina?
11. ¿Cuáles son los documentos de gestión más importantes para el Área de Entrenamiento de Equipos Mina?
12. ¿Qué partes interesadas internas deberían estar involucradas en la implementación y funcionamiento del Área de Entrenamiento de Equipos Mina?
13. ¿Qué partes interesadas externas (proveedores, consultores, instituciones educativas, etc.) se deberían considerar para la implementación y funcionamiento del Área de Entrenamiento de Equipos Mina?
14. ¿Cuáles serían, los principales beneficios tras implementar un Área de Entrenamiento de Equipos Mina?
15. ¿Cómo se podría medir la mejora en el desempeño operativo tras la implementación de un Área de Entrenamiento de Equipos Mina?

16. ¿Cómo se podría medir la mejora en Seguridad tras la implementación de un Área de Entrenamiento de Equipos Mina?



Anexo 2 – Matriz de Consistencia

Titulo	Formulación de Problema	Hipótesis	Objetivos	Variables	Indicador	Metodología
Metodología para la Implementación del área de Entrenamiento de Equipos Mina para una operación minera a tajo abierto. Perú 2025	Problema General		Objetivo General	V. Independientes		Tipo
	¿Cómo se debe implementar el Área de Entrenamiento de Equipos Mina en una operación minera a tajo abierto para garantizar el desarrollo de competencias técnicas que aseguren una operación segura, eficiente y conforme al Reglamento de Seguridad y Salud en Minería – D.S. 024-2016-EM y sus modificatorias?	La implementación de un Área de Entrenamiento de Equipos Mina, estructurada en base a criterios técnicos, requisitos legales y una adecuada articulación con las partes interesadas; es viable y beneficiosa.	Diseñar una propuesta para la implementación del Área de Entrenamiento de Equipos Mina en una operación minera a tajo abierto en el Perú, orientada al desarrollo de competencias técnicas en operadores de maquinaria pesada, garantizando una operación segura, eficiente y alineada al Reglamento de Seguridad y Salud en Minería – D.S. 024-2016-EM y sus modificatorias.	Implementación del Área de Entrenamiento de Equipos Mina.	Gestión interna Recursos	Propositivo.
					Requisitos Técnicos Requisitos legales y otros requisitos	Nivel de investigación Descriptivo
					Gestión externa	Diseño No experimental
	Problema Especifico		Objetivo Especifico	V. Dependiente		Muestra
	¿Cuáles son los requisitos de competencia, funciones y responsabilidades de	Por lo tanto, es probable que al implementar el área de entrenamiento de equipos mina, se mejore el desempeño	Determinar los recursos, requerimientos técnicos y normativos necesarios para la implementación efectiva del	Desempeño operativo y	Operativos	06 supervisores o Superintendentes del área de entrenamiento de equipos mina.

<p>los miembros del Área de Entrenamiento de Equipos Mina?</p>	<p>operativo de los operadores de maquinaria pesada y se asegure el cumplimiento de los requerimientos establecidos en el Reglamento D.S. 024-2016-EM y sus modificatorias en operaciones mineras a tajo abierto.</p>	<p>Área de Entrenamiento de Equipos Mina. (Infraestructura, equipamiento, programas de capacitación y procesos de evaluación de competencias). Proponer una estructura organizacional con una clara definición de funciones y responsabilidades para el adecuado funcionamiento del Área de Entrenamiento de Equipos Mina.</p>	<p>cumplimiento de requisitos legales.</p>	<p>Seguridad</p>	<p>06 instructores del área de entrenamiento de equipos mina.</p>
<p>¿Qué requisitos técnicos, logísticos y normativos deben cumplirse para implementar un área de entrenamiento de equipos mina?</p>				<p>Requisitos legales y otros requisitos</p>	<p>Técnica</p>
				<p>Entrenamiento mina</p>	<p>Encuesta de Profundidad</p>
<p>¿Qué partes interesadas internas y externas se deben considerar y cómo deben articularse con el Área de entrenamiento de equipos mina para un óptimo funcionamiento?</p>		<p>Determinar el rol de las partes interesadas internas y externas, estableciendo como se relacionan con el Área de Entrenamiento de Equipos Mina para asegurar su sostenibilidad y logro de objetivos.</p>			<p>Instrumento</p>
					<p>Cuestionario de entrevista</p>