CCM
CONSEJO DE COMPETENCIAS MINERAS

Cuaderno de Gestión
Módulo 5: “Mantenimiento motores diésel”.
PFMME-3-02/V.1-[PE01-M05/v.1]

Una iniciativa de:

CONSEJO MINERO

Con la asesoría experta de:

Innovum | FCH FUNDACIÓN CHILE

Equipo Consejo Minero

Joaquín Villarino H., Presidente Ejecutivo
Carlos Urenda A., Gerente General
Christian Schnettler R., Gerente Consejo de Competencias Mineras
José Tomás Morel L., Gerente de Estudios
María Cecilia Valdés V., Gerente de Comunicaciones
Sofía Moreno C., Gerente de Comisiones y Asuntos Internacionales
Claudia Díaz R., Jefe de Proyectos

Equipo Innovum Fundación Chile

Hernán Araneda D., Gerente
Diego Richard M., Director Programa Fuerza Laboral Minera
Rafael Pizarro G., Director de Proyectos
Susana Gallardo S., Especialista de Formación
Eduardo Soto S., Consultor Senior
Ignacio Riffo C., Consultor Senior
Álvaro Aguilar H., Consultor de Proyectos
Carolina Gutiérrez M., Consultor de Proyectos

Consejo Minero
Dirección: Apoquindo 3500, Piso 7, Las Condes, Santiago.
Teléfono: (562) 2347 2200
www.ccm.cl

Propiedad del Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero:

Este material es propiedad del Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero. Está disponible para instituciones que imparten formación en el ámbito minero en Chile, a las que se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos de este material para fines de formación, citando siempre al Consejo de Competencias Mineras del Consejo Minero y pudiendo incluso adaptarlo para satisfacer los requerimientos de los participantes. Se prohíbe la reproducción o adaptación con fines comerciales.

El uso del género masculino en esta publicación no constituye discriminación; tiene el sólo propósito de aligerar el texto cuando la redacción así lo exige.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS, QUEDA AUTORIZADA SU REPRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN CITANDO LA FUENTE. © Anglo American Norte S.A., Anglo American Sur S.A., Anglo American Chile Ltda.; Antofagasta Minerals S.A.; BHP Chile Inc.; Compañía Minera Barrick Chile Ltda.; Compañía Minera Cerro Colorado Ltda., Minera Escondida Ltda., Minera Spence S.A.; Compañía Minera Zaldívar Ltda.; Corporación Nacional del Cobre de Chile; Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM; Compañía Contractual Minera Candelaria, Sociedad Contractual Minera El Abra; FreeportMcMoran South America Inc.; Glencore Chile S.A.; SCM Minera Lumina Cooper Chile; Sierra Gorda SCM; Teck Resources Chile Ltda.; Yamana Chile Servicios Ltda.; 2013.

Consejo de Competencias Mineras – CCM:

El Consejo de Competencias Mineras (CCM) es una iniciativa de articulación entre las empresas mineras, cuyo fin es proveer información sectorial, estándares y herramientas que permitan al mundo formativo adecuar la formación de técnicos a la demanda del mercado laboral minero, tanto en términos cualitativos como cuantitativos. Con la asesoría experta de Innovum Fundación Chile, este organismo genera, con un enfoque sistémico, insumos para el mundo formativo, dando a conocer qué necesidades de capital humano tiene la minería y transfiriendo buenas prácticas para su formación.

El Consejo de Competencias Mineras – el primero de su naturaleza en el país – opera al alero del Consejo Minero. Fue formado en 2012 y cuenta con 12 empresas socias. A tres años de su creación, el CCM ha desarrollado una serie de productos y sistemas que han marcado un cambio de paradigma en la vinculación del mundo productivo con el de la formación para el trabajo, y han significado un aporte de fondo para el mejoramiento y la valoración de la educación técnico-profesional en el país, con un alcance que trasciende ampliamente a la sola industria minera.

Los Paquetes para Entrenamiento, son uno de estos productos. Se han creado además: Estudios de Fuerza Laboral, El Marco de Cualificaciones para la Minería (MCM), Marco de Calidad de Buenas Prácticas Formativas, Marco de Calidad para Instructores e impulsamos el apoyo sectorial al Sistema de Certificación de Competencias Laborales.

Si bien el Consejo de Competencias Mineras es una entidad privada, sus productos están concebidos como bienes públicos y gratuitos, de valor compartido para todos los estamentos de la sociedad en Chile. Toda la información y los productos generados por el CCM, además de un breve video explicativo, están disponibles en el sitio web: www.ccm.cl

El desafío que ahora enfrenta el CCM es que, tanto el mundo formativo como el minero, incorporen los estándares generados a sus procesos de negocio y a su quehacer diario. Esto generará una fuerza laboral más productiva y, por ende, mayor competitividad del país en el contexto internacional.

Contribución del CCM

Para trabajadores actuales y personas interesadas en trabajar en la minería:

- Mejor empleabilidad.
- Aprendizaje adecuado a los requerimientos del mercado.
- Acceso no sólo a un oficio, sino a rutas de formación y aprendizaje.

Para el sector minero:

- Mitigación de la escasez de personal, anticipándose al problema de manera coordinada y con visión de futuro.
- Mejora de productividad, al contar con más trabajadores preparados para los requerimientos de la industria, tanto propios como de proveedores.
- Mayor competitividad de esta industria, que repercute positivamente también en la competitividad del país.

Para las instituciones educacionales:

- Mejor empleabilidad de sus egresados.
- Mejor información proyectada a 8 a 10 años, para potenciar programas formativos en los oficios para los cuales se anticipa una mayor brecha de capital humano.
- Oportunidad para el reconocimiento de la industria respecto a su calidad formativa.

Para la comunidad y el país:

- Asignación más eficiente de fondos públicos de educación y capacitación, al tener identificados programas adecuados para satisfacer requerimientos del mercado.
- Disminución de la presión que se ejerce sobre otros sectores productivos por la demanda de trabajadores, al aumentar la cantidad de personas calificadas para la minería.

Índice

I. Presentación 7

II. Características de los módulos para entrenamiento 7

III. Enfoque Metodológico 8

IV. Configuración del módulo 9

V. El rol del instructor 10

VI. Rol y perfil del participante 11

VII. Diseño Instruccional 13

I. Presentación

Los módulos para entrenamiento en minería, surgen como una propuesta base que facilite la implementación de programas de formación del Marco de Cualificaciones de la Minería. Cada uno de los módulos para entrenamiento define aprendizajes esperados, actividades de aprendizaje, recursos y los criterios de evaluación requeridos para su implementación presencial.

Módulo	Aprendizajes Esperados	Contenidos	Actividades	Recursos	Criterios de Evaluación

II. Características de los módulos para entrenamiento

La estructura del módulo para entrenamiento define un conjunto de materiales que permiten su implementación y que servirán de guía a la institución formadora, a los instructores y participantes. Los materiales son los siguientes:

Cuaderno del instructor: Considera los contenidos a utilizar por el instructor para el desarrollo del módulo. Contiene al final de cada módulo de contenidos enlaces al Cuaderno de actividades del participante. Cabe señalar que el cuaderno del instructor posee todas las actividades propuestas: tanto su enunciación como el desarrollo de las mismas.

Cuaderno de actividades del participante: Consiste en una guía de actividades prácticas a realizar para el participante. En su interior se encuentran las actividades prácticas a realizar, los recursos necesarios para dar cumplimiento satisfactorio a la actividad y un espacio para tomar apuntes. Este cuaderno, una vez completado y validado por el o los instructores a cargo, se propone como el portafolio del participante y constituirá la evidencia de las actividades desempeñadas durante el proceso formativo.

Cuaderno de evaluación: Contiene un set de preguntas y sus respectivas respuestas por cada módulo. Estas preguntas deberán ser utilizadas por el instructor para elaborar las evaluaciones de cada módulo. Este documento es de exclusiva propiedad del instructor.

Estándares de Infraestructura, Tecnología y Recursos: Describe los requisitos mínimos de infraestructura con los que deben contar las instituciones que impartan el módulo de entrenamiento, asegurando la calidad en las labores de enseñanza y aprendizaje tanto teórico como práctico.

Recursos de apoyo: Consiste en un set de apoyos que facilitan el aprendizaje significativo del participante. Puede constar de videos introductorios a un determinado tema, plataformas interactivas, guías de contenidos para el participante o documentos de apoyo.

III. Enfoque Metodológico

Frente a otros modelos educativos centrados en la transmisión de contenidos, el constructivismo defiende que el conocimiento es una construcción del ser humano y que se realiza a partir de los esquemas previos que el sujeto posee.

Desde la mirada de un enfoque constructivista, el instructor actúa como mediador, facilitando el o los instrumentos necesarios para que el participante sea quien construya su propio aprendizaje. Por tanto, resulta central para el desarrollo de la acción pedagógica la capacidad del instructor para garantizar un clima de confianza y comunicación en el proceso educativo; de esta manera los participantes podrán adentrarse en la creación de referentes, explicaciones y aventuras educativas, reorganizando sus ideas en una situación de aprendizaje y logrando un conocimiento que, en definitiva, resulte algo nuevo para él.

Bajo esta mirada metodológica, el aprendizaje es activo y entrega a los participantes las instancias para que aprendan implicándose en tareas que los lleven a indagar, formularse preguntas, recopilar información y reflexionar.

El aprendizaje es también una progresión de construcciones, porque un participante aprende cuando relaciona e integra sus nuevas experiencias con las que ya posee; esto requiere que los ambientes de aprendizaje promuevan espacios para que las personas puedan reflexionar y pensar sobre lo que están aprendiendo.

El aprendizaje así concebido es intencional, porque cada participante toma decisiones respecto del camino de aprendizaje que desea emprender. Por ello es fundamental que las personas conozcan cuál es la meta de cada actividad. Los aprendizajes resultan más efectivos cuando se conoce el “qué” y el “para qué” de lo que están haciendo, proveyéndose así la posibilidad de la constante reflexión e integración de lo que se está aprendiendo.

Considerando todo lo anteriormente expuesto, el propósito en cada módulo es entregar una experiencia de aprendizaje presencial en un contexto participativo en que el instructor sea guía del proceso de aprendizaje de los participantes.

Para lograr esto último, cada módulo considera una metodología de aplicación participativa, de tal manera de lograr dinámicas de trabajo activas y distendidas por medio de un soporte audiovisual y escrito. Los contenidos que entrega cada uno de los módulos son abordados por dinámicas de trabajo reflexivas, a nivel personal, y participativas, a nivel grupal.

Las personas generalmente aprenden mediante el proceso de “aprender haciendo”; por esto resulta fundamental crear situaciones de aprendizaje en las cuales los participantes puedan compartir con otros, conversar en torno a un problema o dilema y desarrollar conjuntamente una solución.

Con ello, la presente propuesta espera constituirse en una innovación metodológica que promueva experiencias de construcción de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y actitudes (saber ser), que serán luego aplicados en la industria minera.

De esta manera, la estrategia formativa utilizada para el proceso de aprendizaje potencia los procesos de inducción personal (inferencia personal del conocimiento) y los procesos de socialización grupal (construcción compartida del conocimiento).

IV. Configuración del módulo

En la distribución de horas del módulo de entrenamiento se propone cautelar una relación aproximada de 40% de horas teóricas y 60% de horas prácticas.

- Las horas teóricas consideran la utilización de una clase introductoria del instructor. Este utilizará la herramienta “Cuaderno del Instructor” para guiar los contenidos.

- Las horas prácticas están compuestas de actividades de terreno más la utilización de los instrumentos de evaluación. En ellas encontramos:

- Discusiones o debates.
- Estudios guiados.
- Reforzamiento.
- Actividades en terreno.
- Preparación para la Evaluación del Módulo.

La estimación de horas totales del módulo es la siguiente:

Horas Totales del Módulo: 48

Horas Teóricas: 16

Horas Prácticas: 32

V. El rol del instructor

El instructor desempeñará un rol de facilitador y animador de cada una de las actividades de aprendizaje, acompañando a los participantes, de modo de poder otorgarles una ayuda efectiva en la adquisición de las competencias que contempla el módulo. Por otro lado, conducirá el trabajo en grupo, facilitando la discusión y el análisis de cada experiencia.

Es relevante que el instructor utilice la mayor parte de su tiempo, energía y experiencia en estimular la creación de un ambiente grato que despierte el interés de los participantes.

A continuación, entregamos una serie de sugerencias sencillas para tener en cuenta a la hora de implementar este módulo para entrenamiento:

El instructor debe preocuparse de conocer y comprender las actividades en todos sus detalles antes de llevarlas a cabo. La preparación de la actividad generará el liderazgo necesario para conducir a los participantes en su realización. El involucramiento de los participantes en cada ejercicio estará en directa relación con la seguridad que proyecte el instructor.

En el conjunto de actividades propuestas, se encuentran algunas cuya implementación requiere mucha rigurosidad para lograr los resultados esperados. En este caso, es aconsejable que ellas sean ejercitadas con anticipación. El ensayo de la puesta en escena siempre mejora las posibilidades de éxito.

Todo el material es susceptible de ser mejorado, adaptado o modificado en función de las características del grupo con el que se trabaje. Por ello se ha diseñado desde un enfoque flexible, que permite al instructor agregar recursos que enriquezcan el trabajo de algún contenido o que incluso posibilita que los participantes aporten, cuidando siempre de lograr los aprendizajes esperados de cada módulo.

> El instructor debe confiar en su experiencia como tal, debe conocer a sus participantes, el contexto en que se desenvuelven y, desde ese conocimiento, motivarlos a aprender cosas nuevas

Orientaciones para la instrucción:

Se sugiere iniciar cada bloque con una motivación para el grupo; es importante para acercar a los participantes a las temáticas. Si es pertinente, utilice el repositorio de preguntas del cuaderno de evaluación, que se ha elaborado para abordar pertinentemente los contenidos. Con ello podrá transitar hacia las actividades de aprendizaje.

Todos los módulos para entrenamiento cuentan con actividades para generar espacios de aprendizaje para los participantes. Cada actividad está conectada a los contenidos del módulo, de manera de brindar una experiencia de trabajo personal y grupal que movilice hacia el aprendizaje dentro de los tiempos y espacios determinados.

Las evaluaciones de las acciones de aprendizaje deben combinar aspectos teóricos y prácticos. En el caso de la propuesta de este módulo para entrenamiento, las primeras se estructuran como preguntas abiertas o de selección múltiple con el propósito de medir el aprendizaje adquirido a través del módulo. Las segundas constituyen una actividad práctica en las cuales, a través de la observación, se podrá verificar si los participantes cumplen o no satisfactoriamente los criterios de evaluación. Es totalmente factible desarrollar nuevos instrumentos de evaluación o ajustar algunas actividades para evaluar los aprendizajes de los participantes.

VI. Rol y perfil del participante

El participante, en su dimensión individual o colectiva, es el centro del trabajo en cada sesión. Desde una mirada no directiva, el esfuerzo consiste en generar los espacios para un aprendizaje por descubrimiento, un aprendizaje que se da en situaciones complejas y que ocurre en contextos sociales. Los participantes, a su vez, interpretan la información nueva con la ayuda de sus conocimientos y sus experiencias previas. Esta opción metodológica permite que ellos creen los conocimientos que necesitan, logrando el desarrollo secuencial de nuevos aprendizajes.

Se considera al participante como una persona única e irrepetible, que dispone de todos sus recursos personales para vivir la experiencia del aprendizaje.

Es una buena práctica conocer el perfil de los personas que van a participar en cualquier iniciativa formativa. Esto le permitirá, a usted como formador, enfatizar o reforzar algunos elementos de las actividades de aprendizaje o realizar adaptaciones en función de las conductas de entrada de sus participantes. En este sentido, tenga en cuenta los siguientes elementos para definir el perfil:

- Situación de inicio.
- Intereses personales.
- Experiencias previas.

Este conocimiento inicial le permitirá visualizar con mayor claridad tanto los avances y retrocesos como el desarrollo de los aprendizajes y los logros al finalizar el módulo. Le entregará también elementos para facilitar el proceso de evaluación, siendo este fundamental para el desarrollo de las actitudes, habilidades y conocimientos considerados en el módulo.

VII. Diseño Instruccional

Módulo V: Mantenimiento Motores Diésel						
Aprendizajes Esperados	**Contenidos**	**Actividades**	**Recursos**	**Criterios de Evaluación**	**Horas Prácticas**	**Horas Teóricas**
Definir el funcionamiento del motor y de sus sistemas, basado en el manual del fabricante	**Operación y Funcionamiento de los Sistemas del Motor Diésel** • Sistemas de admisión y escape de motores de alta potencia • Sistemas de refrigeración de motores de alta potencia • Sistemas de lubricación de motores de alta potencia • Sistemas de inyección electrónicos	Actividad N°12	• Sala de clases • Proyector • Plumones • Pizarra • Borrador • Cuaderno del alumno • Lápiz grafito	Explica el funcionamiento de las principales configuraciones de los distintos sistemas del motor diésel presentes en los equipos mineros basado en literatura técnica. Nombra los principales componentes y sistemas según manual del fabricante. Describe el funcionamiento de los distintos sistemas presentes en el motor basado en literatura técnica. Compara los distintos sistemas de inyección, según literatura técnica.	2 Horas	6 Horas
Definir las pautas de mantenimiento preventivo aplicables al motor, según pautas entregadas por el fabricante	**Mantenimiento Preventivo de Motores Diésel** • Mantenimiento de motores diésel • Inspección visual a los componentes y sistemas • Inspección de filtros	Actividad N°16	• Sala de clases • Proyector • Plumones • Pizarra • Borrador • Cuaderno del alumno • Lápiz grafito • 1 equipo minero operativo	Explica el procedimiento para realizar mantenimiento preventivo del motor diésel Nombra las piezas y componentes que deben ser cambiados en el mantenimiento preventivo, del motor diésel de equipos móviles Define los partes y piezas, que deben ser inspeccionados visualmente durante el mantenimiento del motor diésel de equipos móviles	4 Horas	2 Horas
Definir el funcionamiento de los distintos dispositivos electrónicos presentes en el motor diésel según manual del fabricante	**Dispositivos Electrónicos del Motor** • Controlador electrónico del motor • Sensores analógicos • Sensores digitales (P.W.M)	Actividad N°13	• Sala de clases • Proyector • Plumones • Pizarra • Borrador • Cuaderno del	Explica el funcionamiento de los distintos dispositivos electrónicos presentes en el motor según literatura técnica. Nombra los principales dispositivos electrónicos presentes en el motor, basado en manual del fabricante Expone el funcionamiento de los distintos	6 Horas	2 Horas

	• Sensores de frecuencia • Sensores análogos/digitales • Switch o interruptores • Emisores • Dispositivos de salida (solenoides, relés, lámparas, alarmas y visualizadores digitales) • Identificación de dispositivos electrónicos en el harness o mazo de cables, siguiendo planos eléctricos del motor • Diagnóstico de dispositivos electrónicos		alumno • Lápiz grafito • 1 equipo minero operativo • 3 Tester eléctrico • 3 sensores análogos • 3 sensores digitales • 3 sensores de frecuencia	dispositivos electrónicos presentes en el motor según manual del fabricante Aplica pruebas de diagnóstico a los distintos dispositivos electrónicos presentes en el motor diésel siguiendo procedimientos. Identifica los distintos dispositivos electrónicos en el mazo de cables (harness) del motor, siguiendo planos eléctricos.		
Definir el funcionamiento del sistema eléctrico de 24 volt , basado en el manual del fabricante	**Sistema Eléctrico de 24 Volt** • Sistema de carga • Sistema de partida • Sistemas de Luces y Alarmas • Mantenimiento de sistemas eléctricos	Actividad N°14	• Sala de clases • Proyector • Plumones • Pizarra • Borrador • Cuaderno del alumno • Lápiz grafito	Explica el funcionamiento del sistema eléctrico de 24 volt de apoyo al motor basado en literatura técnica. Nombra los principales componentes del sistema eléctrico de 24 volt, según literatura técnica. Expone el funcionamiento del sistema eléctrico de 24 volt. basado en el manual.	4 Horas	2 Horas
Desarmar, evaluar y armar motor diésel siguiendo procedimientos.	**Operación y Funcionamiento de los Sistemas del Motor Diésel** • Sistemas de admisión y escape de motores de alta potencia • Sistemas de refrigeración de motores de alta potencia • Sistemas de lubricación de motores de alta potencia • Sistemas de inyección	Actividad N°17	• Sala de clases • Proyector • Plumones • Pizarra • Borrador • Cuaderno del alumno • Lápiz grafito • Taller • 3 motores diésel • 3 kit de herramientas manuales según	Aplica técnicas de levante de cargas, según procedimientos. Completa las listas de chequeo o verificación de respaldo estipuladas o implementadas. Ejecuta procedimientos de desarme, evaluación y armado de un motor diésel siguiendo el procedimiento que corresponde. Aplica Housekeeping antes durante y después de realizar el trabajo	7 Horas	1 Hora

	electrónicos		procedimiento • 3 kit de herramientas de izaje • 3 kit de limpieza			
Preparar y dar partida al motor, regulando y chequeando los distintos sistemas basado en el manual del fabricante.	**Operación y Funcionamiento de los Sistemas del Motor Diésel** • Sistemas de admisión y escape de motores de alta potencia • Sistemas de refrigeración de motores de alta potencia • Sistemas de lubricación de motores de alta potencia • Sistemas de inyección electrónicos	Actividad N°18	• Sala de clases • Proyector • Plumones • Pizarra • Borrador • Cuaderno del alumno • Lápiz grafito • Taller • 3 equipos mineros operativos • 3 kit de herramientas manuales según procedimiento • 3 kit de herramientas de testeo y regulación de motor según procedimiento • 3 kit de limpieza	Ejecuta procedimientos de calibración siguiendo paso a paso las instrucciones del procedimiento. Prepara mediante pruebas pre-operacionales el funcionamiento del motor y sus sistemas, siguiendo el procedimiento. Aplica Housekeeping antes durante y después de realizar el trabajo.	3 Horas	1 Hora
Aplicar procedimientos de armado de sistema de 24 volt, siguiendo planos eléctricos y manual del fabricante.	**Sistema Eléctrico de 24 Volt** • Sistema de carga • Sistema de partida • Sistemas de Luces y Alarmas • Mantenimiento de sistemas eléctricos	Actividad N°15	• Sala de clases • Proyector • Plumones • Pizarra • Borrador • Cuaderno del alumno • Lápiz grafito • 4 Corta corriente • 4 chapas de contacto • 2 baterías • 2 fusibles de 60	Demuestra el uso metódico del manual y del plano eléctrico, mientras realiza el trabajo. Completa las listas de chequeo o verificación de respaldo estipuladas o implementadas, durante el proceso de armado. Ejecuta procedimientos de armado del sistema eléctrico de 24 volt, siguiendo procedimientos. Evalúa el funcionamiento del circuito eléctrico una vez terminado el proceso de armado	6 Horas	2 Horas

			amp • 4 maletas de conectores deutch • 10 mts de cable rojo tac 16 • 10 mts de cable negro tac 16 • 2 mts de cale tac 8 • 2mt de cable negro tac 8 • 4 motores de arranque • 4 relés de arranque • 8 ampolletas de 12 volt • 4 Tester eléctricos			
Total horas módulo:48 Horas						

Consejo Minero
Dirección: Apoquindo 3500, Piso 7, Las Condes, Santiago.
Teléfono: (562) 2347 2200
www.ccm.cl

AngloAmerican

ANTOFAGASTA MINERALS

BARRICK

bhpbilliton
resourcing the future

CODELCO
Orgullo de Todos

COLLAHUASI

FREEPORT-McMoRan
COPPER & GOLD

GLENCORE

KGHM
POLSKA MIEDŹ S.A.

LUMINA
COPPER CHILE

Teck

YAMANAGOLD