



## CUADERNO DE PARTICIPANTE

**MÓDULO:** OPERAR LHD POR VÍA REMOTA

**PROGRAMA:** OPERADOR AVANZADO MINA SUBTERRÁNEA

Una iniciativa de:



Con la asesoría experta de:

Innovum | FCH  
FUNDACIÓN CHILE



## Contenido

### ***MÓDULO: OPERAR LHD POR VÍA REMOTA..... 3***

1. Identificación de mecanismos de seguridad y segregación de área de operación del LHD REMOTO..... 3
2. Operación, signos vitales e importancia de los niveles productivos del LHD remoto.. 10  
Fuentes referenciales ..... 17



## MÓDULO: OPERAR LHD POR VÍA REMOTA

### 1. Identificación de mecanismos de seguridad y segregación de área de operación del LHD REMOTO

**Aprendizaje esperado:** Realizar cada una de las etapas del proceso pre operacional del LHD en producción de acuerdo a procedimientos de la empresa.

#### Conceptos Claves

##### COMPONENTES DE LA SEGURIDAD Y SEGREGACIÓN

Identificar mecanismos de bloqueo sistemas de monitoreo, sensores de movimientos y cámaras de sistemas.

##### REVISIÓN DE CHECK-LIST DE OPERACIÓN

Check-list de controles de salas, revisión de sistemas operativos del equipo.

##### PROCESO DE OPERACIÓN

Coordinaciones de operación, de solicitud de explosivos por puntos colgados.

#### Resumen de contenido

La tecnología ha llevado a innovar respecto de las operaciones a distancia, por distintos motivos cautelando siempre por el cuidado de las personas.

Uno de los motivos fundamentales es retirar al operador de la exposición al contaminante polvo por la enfermedad que a largo plazo se produce en minería subterránea en los procesos productivos de extracción que se denomina (Neumoconiosis) más conocida comúnmente por Silicosis.

Otro motivo por el cual se está incrementando el uso de esta tecnología, telecomandada a distancia, en este tipo de equipos es la pérdida de tiempos por reparaciones o intervenciones, de tiempos muertos de operación siendo esta una investigación a diario de optimización y regularidad del proceso productivo.

La regularidad de operación y la frecuencia con la que opera el equipo se traduce en el largo plazo en niveles de alta productividad versus la duración en disponibilidad del equipo esta condición hace que los rendimientos y duración del equipo como activo sean más productivos al enfrentarnos estos estudios con la intervención de la mano directa del operador, ya que los operadores por sus



irregularidades de frecuencias de producción velocidades y por la competencia que se genera en forma natural en todo grupo humano hace que sea más deteriorador de máquinas y sistemas. Haciéndolo menos productivo por costos.

De los sistemas de monitoreo dependerá del tipo de circuito o circuitos donde operen los equipos, ya que podemos destacar circuito independiente por Calle de Producción LHD Remoto, O circuito por nivel de producción LHD Remoto.

En el circuito de nivel remoto con operación semi autónoma se da una condición que una persona puede operar alternadamente tres equipos al mismo tiempo. ¿Qué significa alternadamente?

Alternadamente significa que la persona u operador mientras carga un equipo en la frente de carguío o brazo de producción tiene los otros dos equipos en espera una vez que cargo el primer equipo este libera el equipo para que el sistema mediante las aplicaciones de señales electromagnéticas y sensores conducen el equipo al punto de vaciado en un pique de traspaso. En el intertanto el operador sigue cargando sucesivamente los otros equipos hasta tener los tres equipos en funcionamiento alternadamente.

Esta aplicación si bien es admirable por su tecnología no se debe desconocer que la mano de obra directa de personas sobre el equipo en operación de extracción es menor

Por ende, los resultados de las producciones en horas efectivas de utilización son mayores y los daños por errores operacionales directos de personas son menores ya que este sistema aplica regularidad de velocidades y tiempos de cargas más prudentes en donde el equipo no se deteriora tan rápido.

Sistema de control a distancia este tipo de control es para telecomandar el equipo en zonas de alto riesgo como por ejemplo extracciones en sistemas de explotación sublevelstopping, o zonas donde se puede producir un alud de agua barro donde no se exponga al operador directamente.

Sistemas de sensores y sonares hacen que el equipo mantenga una línea de tránsito además algunos de ellos tienen sistemas de scanner del túnel para detectar obstáculos, ya sea por caídas de rocas o que ingreso alguien en el trayecto del equipo este sistema detendrá al equipo en forma inmediata.

Los sensores de movimiento cumplen una labor fundamental en el trayecto del equipo es el dispositivo que va rastreando el sector por donde va en tránsito el equipo estos sistemas ayudan a que el equipo no pierda el camino a través del rebote de las señales transmitiendo información de ubicación velocidades y estado del equipo incluso en sus signos vitales de operación como son las temperaturas de sistemas hidráulicos y temperaturas de transmisión del equipo así como de las presiones de los sistemas está todo el equipo monitoreado a través de estas sensores

El operador entrante al recibir información del operador del turno saliente debe ejecutar revisión de signos vitales del sistema de comunicación y monitoreo del sistema semiautónomo además debe ejecutar un monitoreo por pantalla de los signos vitales del equipo para una vez ejecutada estas labores dar inicio al proceso productivo del turno correspondiente.



Si por ejecutar esta revisión del equipo LHD, se encuentran condiciones que pueden hacer perder la continuidad o un desperfecto del equipo, este debe reportar en forma inmediata al personal de mantención y servidos, para la intervención del equipo. Con esta acción obliga a levantar circuitos de protección inhabilitando el sistema de control remoto, bloqueando los movimientos de los equipos, para permitir el ingreso al área de operaciones remota al personal que intervendrá el equipo en terreno o simplemente retirarlos del sector para que el operador continúe con los otros equipos realizando el trabajo del proceso productivo de extracción.

Una vez retirado el personal del área involucrada el operador debe aplicar el protocolo de revisión de los sistemas de bloqueos portones, sensores, cámaras, comunicación radial, y sistemas sonoros para alertar la puesta en marcha del proceso operativo y continuar con el proceso de extracción.

El operador de equipos LHD remotos debe tener canales abiertos de comunicación con las áreas vinculadas a su proceso como son el área de Mantención, área de Producción, área de distribución de puntos de extracción y vaciado ya sea por sistema electrónico de Dispatch o comunicación directa del radio controlador. Es importante mencionar que estos equipos, son telecomandados desde fuera de la mina subterránea. Todo requerimiento de ingreso a estas calles, deben de estar debidamente justificados y realizar el primer requerimiento al supervisor de operaciones del nivel quien autorizará al o los solicitantes iniciar las coordinaciones de detención del equipo. Por lo que, a través de vía radial por canal, contactará al operador informando la solicitud de detención.

El operador de equipo telecomandado, deberá limpiar y asegurar la condición de la calle. Y posteriormente coordinará con supervisor de operaciones del nivel, el apoyo del personal capacitado para realizar el levantamiento de las barreras, cambio de modalidad del equipo o apoyo en la limpieza.

El supervisor de operaciones, autorizará y abrirá candado de portón de confinamiento y revisará el estado de la calle, corrigiendo las condiciones de riesgo presente, previo a la autorización de ingreso del personal. Cabe señalar que las condiciones requeridas para estos equipos son las mismas condiciones definidas para un LHD convencional

El operador al detectar puntos que se cuelgan o simplemente no escurre el mineral desde los brazos de producción, se debe comunicar con el supervisor a cargo de los cargueros de explosivos, para coordinar el ingreso a la calle donde se encuentra la condición de trancas del mineral.

Una vez realizada la coordinación solicitada se planifica la hora de ingreso ya que esta acción significa detener el proceso para la ejecución de la instalación de explosivos en el punto colgado.

En el caso de tener un circuito global de producción autónoma significa detener la calle afectada y dependiendo de la magnitud de la carga explosiva instalada el maestro carguero de explosivo dispondrá, y definirá el rango de evacuación de las calles aledañas



(Recuerde que las distancias de evacuaciones, establecidas acorde a la magnitud y el tipo de explosivo de la carga instalada vades de 30 metros a la redonda para explosivos deflagrantes o especiales de bajo radio de acción en onda expansiva y onda sonora. En explosivos de mayor magnitud se requiere de evacuaciones que van desde los 60 metros a la redonda y hasta un máximo de 100 metros lineales en condiciones de minería subterránea).

En el caso de tener circuitos independientes por calles, el sector afectado solo implica una calle, donde se produce la tranca de mineral, no obstante, cuando se va a ejecutar la tronada, de igual forma el maestro carguero define los rangos de evacuación y la detención de las calles aledañas.

En esta tarea de ejecución de la quemada o detonación de los explosivos instalados, el maestro carguero, debe evaluar en el punto donde se realizó la carga de explosivos, las posibles proyecciones de rocas producto de la tronadura en donde debe velar y solicitar protección

de los instrumentos del sistema de monitoreo y navegación de las palas autónomas ya que se puede producir daños a las instalaciones. Y, por ende, afectar el proceso productivo semi autónomo.

Esta acción si se ve afectada la calle obligada mente para continuar el proceso productivo se requerirá de la presencia de un operador en el equipo para dar continuidad al proceso productivo, esto solo por realizar una mala evaluación de los riesgos y proyecciones de partículas que afectó el sistema remoto.

- El requerimiento de destanque, el operador de equipo LHD Remoto, debe observar el comportamiento de brazo de producción. en caso que este punto no esté escurriendo mineral, debe solicitar la evaluación visual de parte de los cargueros. Ya que uno de los inconvenientes del sistema remoto es no tener la visión periférica del brazo de producción, por esta razón debe solicitar apoyo de esta evaluación en terreno.
- Los maestros cargueros determinarán la magnitud de la tranca de mineral, planificarán qué estrategias utilizarán en el brazo de producción; siendo éstas cachorro (perforación y tronadura secundaria, destanque con agua, o instalación de cargas explosivas dirigidas a puntos estratégicos designados por el maestro carguero)



## ACTIVIDAD N° 1



**Actividad de Aprendizaje:** Observación en terreno o simulador de componentes críticos durante la revisión y prueba de movimientos básicos desde las consolas de dirección y cámaras del entorno del circuito.



**Objetivo:** Determinar durante esta revisión el estado operativo del equipo el circuito evitando detenciones posteriores .



### **Materiales y recursos**

- Hojas de Check List.
- Manuales del equipo.
- Procedimientos e instructivos.

- **Estrategia Metodológica:**

El participante utilizará las hojas de chequeo diario y los manuales del equipo para determinar la operación o detención del equipo. Relevando ámbitos de seguridad. Del equipo y circuito de circulación

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	
Check List de equipo	
Explicación Demostrativa en Aula	
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de Situaciones Problemáticas	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Trabajo en terrenos a la de control	✓



## INSTRUCCIONES

Descripción de la Actividad: **El participante realiza en terreno o sala de control las inspecciones diarias (conocidas como la vuelta del perro) del equipo y el entorno del circuito de operación.**

---

### Inicio

---

**Los alumnos agrupados de a dos realizan revisión pre-operacional de inicio de turno**

---

**Desarrollo de la actividad:** Los alumnos aplican las hojas de chequeo diario para ejecución de revisión pre-operacional con el objetivo de calificar el equipo y el circuito, para la correcta operación

**Cierre de la actividad:** Al término de la actividad el alumno demostrará las observaciones que realiza para tomar decisiones de utilización del equipo. Y operar en el circuito.

---

- A.- Realiza inspección de signos vitales, manómetros del equipo.
- B.- Realiza inspección de marcadores de temperatura del equipo.
- c.- Realiza inspección de estado de estado de sistemas de bloqueos de seguridad de la calle
- D.- Realiza Pruebas de movimientos básicos.
- E.- con el instructor realiza un análisis de las observaciones encontradas.
- F.- Ingresa información relevante en Check list del equipo y sala de control.

**Duración de la actividad**  
**30 minutos.**



A blue circular button with a slight gradient and shadow, containing the word "RESUMEN" in white capital letters.

## RESUMEN

Identificar los componentes de seguridad, revisión del checklist de operación, detallando cada uno de los procesos y su estado, realizar un proceso de operación adecuado y siguiendo las reglas correspondientes.



## 2. Operación, signos vitales e importancia de los niveles productivos del LHD remoto.

**Aprendizaje esperado:** Realizar las etapas del proceso de operación del LHD en producción de acuerdo a procedimiento de operación de la empresa.

### Conceptos Claves

APLICAR TÉCNICAS DE CARGUÍO, TRANSPORTES Y VACIADO E MINERAL

IDENTIFICAR SIGNOS VITALES CLAVES EN EL EQUIPO

USO DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD

Técnicas de posicionamiento y marcha correspondiente.  
Técnicas de velocidad y calle.  
Técnicas de vaciado y transporte.

Rangos de presiones y temperatura de motor hidráulico, transmisión.

Realizar tipos de limpieza de pistas con el equipo, identificar fallas en el equipo ocasionado por el mal uso (incumplimiento).

### Resumen de contenido

En los procesos productivos de LHD remotos se debe tener presente que esta actividad genera una regularidad del proceso productivo ya que las velocidades de traslado están designadas acorde a los mecanismos del sistema electrónico y todos los componentes del sistema del equipo para tener en observación constante los signos vitales del equipo y las condiciones de la producción en general.

La continuidad del proceso depende del cumplimiento de los caratas de extracción en cantidad y calidad para tener óptima de acuerdo a lo establecido como normas de calidad del mineral.

Otro factor importante es la velocidad del proceso, ya que esta condición al ser más regulada el equipo se deteriora menos lo que nos da como resultado una mayor data de existencia en óptimas condiciones del equipo en general esta condición nos permite tener operativamente hablando más horas de producción más tiempo de utilización en años del equipo.

Otro factor importante en este tema de operación de LHD remoto es que ya no existe operador en el interior de cabina y en terreno exponiéndose a contaminante de polvos con contenidos de sílice y exposición a vibraciones que le producen daños a la estructura músculo esquelético del trabajador acortando la vida útil laboral de la persona.



La técnica de posicionamiento que es la labor que ejecuta el operador desde los controles a distancia, solo es guiada por el conocimiento y práctica del operador ya que esta persona fue o es operador de equipos LHD en terreno

Esta experticia indica que el operador, hoy solo es guiado por la cámara de visualización que tiene el equipo tanto en el frente o si es apoyado con cámaras de visión externa o lateral del equipo para que el observe el ingreso del equipo al sector de cargas en el brazo de producción.

Lo recomendado es que el equipo se instale en la entrada del brazo de producción con el balde apoyado en el piso el equipo asuma una marcha en automático en primera marcha.

Esta marcha le permite tener mayor tracción y empuje para permitir una penetración en el talud de mineral, esta introducción debe ser con máxima aceleración y a medida que el equipo va ingresando se debe ir recogiendo el baldeo liberando la resistencia que ofrece el talud de mineral

Esta acción de ser realizada de buena forma sin apuro el equipo logra recoger balde lleno de mineral que en el fondo es el objetivo de realizar una carga eficiente y consiente para lograr tener un mejor rendimiento por hora de producción.

Las técnicas de velocidad están dadas por el sistema de traslación del equipo. Por diseño electrónico, estas velocidades van acorde al sistema de rastreo y detectores de señales si alguna de estas señales se pierde el equipo se detiene, estos estándares de velocidad están sujetos a cambios dependiendo los tramos y distancias de operación del equipo.

Estas velocidades nos permiten tener los espacios para que el operador logre operar con varios equipos alternadamente, estas velocidades y la constancia de operar bajo un mismo ritmo nos permite tener una regularidad del proceso y su resultado al largo plazo es la rentabilidad de tener menos deterioro tanto de equipo como pistas e instalaciones.

Como resultado final la utilización de equipos remotos en el futuro es de mucho valor comercial y de salud ocupacional. En donde ya no existirá la exposición a polvos o vibraciones de la persona que opera

En las calles de traslado del proceso LHD Remoto están las estaciones i sistemas sensores que permiten llevar el equipo a destino de descarga...

Las calles deben estar en buen estado para evitar que el equipo pierda el control y derrame en su trayecto ya que esta condición obligara al equipo a la detención del proceso por la detección que realizan los sistemas de protección.

Los rangos de temperatura se transmiten en forma digital desde el equipo hasta la consola de mandos de la persona o trabajador que está operando

Estos manómetros aparecen en la pantalla del operador mostrando las temperaturas presiones de los sistemas del equipo esto para poder detectar si es que el equipo tiene alguna anomalía o desperfecto.



El operador por su parte debe saber identificarlos controles ya que en su condición de operador o ex operador in situ de equipos tiene la responsabilidad de operar correctamente el equipo.

Los sistemas operativos de los equipos tanto electrónicos como los mecánicos deben ser revisados acuciosamente ya que depende de esta revisión para entrar en operación

En el puesto de operación el operador tiene todos los controles acordes a su función que debe desempeñaren las pantallas que se ve en las imágenes tienen controles de bloqueo controles del punto de carga y signos vitales del equipo monitoreado minuto a minuto.

Antes de iniciar el proceso de operación el operador debe controlar todos sus componentes desde el asiento pedales de operación comandos de joystick pantallas, cámaras.

La realización de limpieza puede ser ejecutada por el operador desde los comandos en la sala de control cuando esta es de visualización directa y se identifica el sector a limpiar.

Otra forma de operar para realizar limpieza de pistas es solicitar a un equipo menor, lo que significa que se debe detener todo el proceso de la calle en caso de tener sistema remoto por calle.

En caso de tener sistema remoto por nivel y requerir operación de limpieza por otro equipo menor se debe detener todo el proceso para que se ejecuten estas limpiezas.

Una vez realizadas las limpias, ya sea por cualquiera de las opciones el operador que ejecute la limpieza debe reportar el termino de estas tareas entregando el sector limpio para la operación remota.

¿Qué se entiende por ciclo de producción?

A.- Se entiende que ciclo es el proceso donde carga el equipo en el brazo de producción, traslada el equipo a vaciadero, luego vacía en el punto de descarga y retorna al punto de carga en el brazo de producción.

- La carta de tiraje es fundamental en la distribución del trabajo para tener consideraciones desde donde iniciar el proceso productivo, ya que dependiendo de la coordinación que se tenga con la sala de distribución de cargas
- El operador del equipo telecomandado define el punto de extracción ya sea este el más cercano al punto de vaciado para dar continuidad al proceso o toma el más lejano si es que la condición del punto de vaciado está llena esta es para dar capacidad de vaciado de mineral en el punto de descarga.
- Esta detección de fallas se realiza en el circuito y la lectura de cumplimientos de las cartas anteriores ejecutadas por los turnos en ellas se ven las desviaciones que pudieron haber existido en la operación,



- Generalmente las desviaciones son por colgaduras de puntos de extracción o simplemente por fallas del equipo no operativo para el sistema
- Otra falla muy común son los tiempos muertos que se producen por coordinaciones de quemadas y otras detenciones no planificadas.

Verificar resultados, el sistema mediante su monitoreo en línea permita tener registros estadísticos y evaluativos de las extracciones y anomalías o desviaciones que se pudieren haber producido durante la operación de un turno. estas desviaciones o márgenes de errores conllevan a tener consideraciones para mejorar y aplicar una mejora continua durante los procesos productivos, otra acción que cumplen estos sistemas y es la más relevante del proceso de equipos LHD remotos son la calidad de vida que es un cambio enormemente valorable desde el punto de vista de salud del trabajador que ya no está expuesto a contaminantes de polución, vibraciones, altas horas de operación, estado de estrés laboral por cumplimientos en el terreno.



## ACTIVIDAD N° 2



### Actividad de Aprendizaje:

-Análisis de la extracción de mineral desde los puntos asignados en cantidad y calidad de extracción.



### Objetivo

- Mantener calidad de extracción para cumplimiento de leyes de mineral para evitar dilución.



### Materiales y recursos

-Cartas de tiraje.  
- Leyes de los puntos.  
- Reportabilidad en despacho.

- **Estrategia Metodológica:**  
Los alumnos realizan análisis de los puntos de extracción y las cantidades de mineral a extraer para tomar determinación de inicio del proceso desde el punto más lejano o el punto más cercano.
- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de Situaciones Problemáticas	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Trabajo en terreno	



## **INSTRUCCIONES**

Descripción de la Actividad: Los Alumnos realizan chequeo de carta de tiraje para determinar inicio de las operaciones desde el punto más lejano o desde el punto más cercano.

---

### **Inicio**

Los alumnos agrupados de a dos realizan el análisis de la carta de tiraje y estado de los puntos de extracción.

---

### **Desarrollo de la actividad**

Los alumnos aplican recorrido del equipo por las calles de producción evaluando por cámaras las condiciones de los puntos de extracción e iniciar las cargas y descargas pertinentes acorde a cartas de tiraje.

---

### **Cierre de la actividad**

Los alumnos al cierre de la actividad realizan análisis junto a su instructor respecto de condiciones detectadas y las distribuciones de cartas de tiraje.

- A.- Realizar recorrido con el equipo por calle de producción.
- B.- Realizar observación de los puntos de extracción.
- C.- Realizar extracción desde el brazo de producción.
- D.- reportar en caso de condiciones anómalas para el proceso.
- E.- Re portabilidad por sistema despacho.
- F.- Entrega de información al término del proceso productivo.

**Duración de la actividad**  
**60 minutos.**





## RESUMEN

Técnicas de posicionamiento y marchas correspondientes, aplicando las técnicas de carguío y transportes. identificación de signos vitales claves para la operación, así teniendo con rapidez la detección de las fallas, identifican la importancia de la continuidad y productividad.



## Fuentes referenciales

Manuales y fichas técnicas de fabricantes y representantes.

Procedimientos e Instructivos de Operación remota División Andina.



SOCIOS CCM



Una iniciativa de:



Con la asesoría experta de:

