

Cuaderno del Instructor **Asistente de Geología y Sondaje** **Módulo IV: Conocimientos Previos** **a la la Operación** **PFPSO-2-01/v.2 [PE01-M04/v.1]**

Una iniciativa de:



Con la asesoría experta de:



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
Eduardo Soto S., Consultor Senior
Ignacio Riffo C., Consultor Senior.
Álvaro Aguilar H., 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 ha sido realizado por el Centro de Innovación en Capital Humano de Fundación Chile - Innovum, con la colaboración técnica del Centro de Entrenamiento Industrial y Minero - CEIM, para el Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero - del cual pasa a ser propiedad -.

Este material 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; Freeport-McMoran 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 educativas:

- 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

Descripción del documento.....	7
Módulo IV: Conocimientos Previos a la Operación	8
1. Introducción a la perforación y sondaje.....	9
1.1. Nociones de perforación y tipos de sondaje	9
1.2. Identificación de componentes principales.....	24
1.3. Herramientas manuales comunes a la especialidad	48
1.4. Tamaños típicos de barras	65
Actividad N° 1.....	68
2. Riesgos asociados a la operación de sondaje y uso de EPP específico	76
2.1. Técnicas de levante de cargas	98
2.2. Coordinaciones previas al inicio de la actividad	112
2.3. Preparación del área de perforación	123
Actividad N° 2.....	124

Descripción del documento

El Cuaderno del instructor contiene la totalidad de los contenidos a utilizar por el instructor para el desarrollo del Módulo 4 del programa de formación de Asistente de Geología y Sondaje.

El instructor, podrá, además, sugerir actividades como las que se listan a continuación:

- Charlas y/o reflexiones de seguridad.
- Discusiones o foros de debate.
- Reforzamientos.
- Actividades en terreno.
- Preparación para la evaluación final

Específicamente para las actividades relacionadas a tecnologías de comunicación audiovisual se entregarán links a modo referencial, sin embargo el instructor tendrá la libertad de utilizar los recursos que estime conveniente a fin de lograr los requerimientos de la actividad.

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 algún contenido o posibilitar el aporte de los participantes, cuidando siempre de lograr los aprendizajes esperados de cada módulo.

Respecto a las evaluaciones se sugiere que éstas sean elaboradas por el instructor de acuerdo a los siguientes lineamientos:

La evaluación de los módulos y sus contenidos debe estar compuesta por a lo menos 10 preguntas, las cuales deben ser extraídas del documento “Instrumento de evaluación de proceso”.

Cada pregunta será evaluada con puntajes entre 0 y 10. La escala de calificación será de 0 a 100%. Considerando el 0% cuando el participante no tiene respuestas correctas y el 100% cuando posee la totalidad de respuestas buenas.

La nota de aprobación de las evaluaciones de los distintos módulos corresponderá a un 75%.

Módulo IV: Conocimientos Previos a la Operación

1. Introducción a la perforación y sondaje

1.1. Nociones de perforación y tipos de sondaje

La perforación se utiliza a menudo para obtener información detallada sobre los tipos de roca, superficie del terreno, contenido mineral y las relaciones entre las capas de roca cercanas a la superficie y profundidad. El método de perforación y el tamaño de la plataforma de perforación que se utiliza dependen de los tipos de roca y de la información que se busca.

Una perforadora es una red de equipamiento utilizado para crear orificios en el suelo. Las perforadoras pueden ser estructuras de gran tamaño o bien pueden ser lo suficientemente pequeñas como para que una sola persona pueda transportarlas manualmente. Pueden ser utilizadas para tomar muestras de depósitos minerales bajo superficie, analizar rocas, suelo y las propiedades físicas de las aguas subterráneas, y también pueden ser utilizadas para instalar fabricaciones bajo superficie, tales como servicios subterráneos, túneles o pozos. Las perforadoras pueden ser equipamientos móviles montados sobre camiones, orugas o remolques, o sobre estructuras en tierra permanentes. Pueden diferir de acuerdo a su tipo de accionamiento (eléctrico, diesel, o hidráulico) y su capacidad (liviano, medio, y carga pesada). Las perforadoras se diferencian por la profundidad y diámetro de los orificios perforados, capacidad de carga, accionamiento del motor, y otros factores. Las perforadoras cuentan con equipamiento de control y medición que entrega monitoreo continuo sobre la operación de perforación; la carga axial y sobre la frecuencia de la rotación de la herramienta que rompe a la roca, velocidad de perforación, y la cantidad y presión del agente de descarga que se aplica al orificio.

La perforación de sondaje tiene diferentes objetivos centrales. El primero es la exploración o reconocimiento de depósitos minerales, luego facilitar estudios geotécnicos o propiedades de la roca, para posteriormente insertar cargas explosivas que permitan la fragmentación del mineral. Es una técnica costosa y quizás una de las más importantes, pues es la que permite localizar y definir el valor económico de una mineralización, a través de la calidad de los datos obtenidos.

Métodos de Perforación

La elección del método de perforación requiere evaluar aspectos relacionados con costo, calidad, cantidad y velocidad de la operación.

El método de perforación busca crear un orificio cilíndrico en la roca y para ello es necesario aplicar energía:

Existen varios métodos de perforación:

- Mecánicos
 - Percusión.
 - Rotación.
 - Rotopercusión.
- Hidráulicos
 - Chorro de agua.
 - Erosión.
 - Cavitación.
- Térmicos
 - Soplete o lanza térmica.
 - Plasma.
 - Fluido caliente.
 - Congelación.
- Eléctricos
 - Arco eléctrico.
 - Inducción magnética.
- Otros

Los siguientes seis métodos de perforación son ampliamente utilizados, y dependiendo del tipo de información requerida y/o los tipos de roca que se perforan.

Perforación con aire reverso

La perforación con aire reverso para extracción de testigos se utiliza mayormente en la industria de exploración mineral. Este tipo de perforación y sus métodos relacionados utilizan acero templado o cuchillas de tungsteno para perforar un orificio en suelo no consolidado. La perforación con aire reverso para extracción de testigos puede producir ocasionalmente pequeños trozos de testigo de roca. Este método de perforación se utiliza para perforar suelo erosionado ya que la plataforma de perforación y las cuchillas de acero o tungsteno no pueden penetrar la roca original. Cuando es posible, se prefiere la perforación con aire reverso para extracción de testigos antes que la perforación RAB porque entrega muestras más representativas. La perforación con aire reverso para extracción de testigos puede alcanzar profundidades de aproximadamente 300 metros en buenas condiciones. Los cortes son removidos desde el interior de los tubos y están

menos propensos a contaminarse en comparación con la perforación convencional en donde los cortes pasan hacia la superficie mediante el retorno desde el exterior entre la parte externa de la barra de perforación y las paredes del orificio.



Figura 1

Perforación con aire reverso

Perforación Rotatoria de Aire Comprimido (RAB)

La perforación rotatoria de aire comprimido (RAB) es una de las formas más rápidas, baratas y fáciles en minería para obtener una muestra de sus recursos. En la operación RAB, una broca de perforación giratoria de tungsteno se abre camino hacia el mineral, haciendo que fragmentos suban a la superficie para ser examinados. La perforación RAB por lo general se utiliza en profundidades relativamente bajas de hasta 25m, o para remover roca blanda sobre el depósito. La perforación RAB se utiliza principalmente para la exploración mineral y perforación de barrenos en las minas, así como para otras aplicaciones tales como ingeniería. El uso de múltiples compresores de aire de gran potencia asegura la perforación de un orificio más profundo debido a una mayor cantidad de aire que empuja todos los cortes de roca y toda el agua hacia la superficie.



Figura 2

Perforación Rotatoria de Aire Comprimido.

Circulación Reversa (RC)

La perforación con Circulación Reversa (RC) es similar a la perforación de aire reverso para extracción de testigos, en que los cortes de perforación regresan a la superficie dentro de los tubos. El mecanismo de perforación es un pistón alternativo neumático conocido como martillo, que conduce una broca de acero tungsteno. La perforación RC utiliza plataformas y maquinarias mucho más grandes y se logran profundidades de hasta 500 metros en forma rutinaria. La perforación RC idealmente produce rocas secas debido a que los grandes compresores de aire secan la roca frente a la broca mientras esta avanza. La perforación RC es más lenta pero se logra una mejor penetración que con el RAB o que con la perforación neumática con extracción de testigos.



Figura 3

Circulación Reversa (RC)

Martillo de Fondo (DTH)

La perforación con martillo de fondo utiliza un tubo hueco para entregar aire a un dispositivo de martillo ubicado en el fondo de la sarta de perforación. Un pistón golpea la parte superior de la broca cuando ésta gira lentamente. Las muestras suben y salen fuera del tubo a través de la caja de carga, a través de la manguera de muestras, y hacia el interior del ciclón en donde el aire es separado de la muestra.

Un martillo de fondo, como el que se muestra en la Figura siguiente, se adjunta en el extremo de la sarta de perforación.



Figura 4

Perforación rotatoria con lodo

La perforación rotatoria con lodo es similar al método de perforación rotatoria de aire en muchos aspectos. La principal diferencia es que el agua, no el aire, es el medio por el cual los fragmentos suben hacia la superficie. La mezcla de agua con los cortes produce lodo, sobre el cual los geólogos realizan los análisis una vez que ha sido removido.

Perforación con Broca de Diamante

La perforación con broca de diamante es la forma más común de sondaje de exploración que produce una muestra de testigo sólido que se extrae en la superficie para ser examinada. Este método de sondaje proporciona una evaluación precisa del depósito sin que ninguna otra partícula logre contaminar la muestra de mineral.



Figura 5

En los programas de exploración se combinan generalmente los métodos de perforación circulación reversa y diamantina. A grandes rasgos las diferencias entre ambos sistemas de perforación dicen relación con que en la perforación con aire reverso se destruye totalmente la roca y se extrae una muestra en forma de detrito, mediante un sistema de perforación con roto-percusión. En diamantina, en cambio, se extrae un testigo de roca o núcleo a través de un sistema de rotación de alta velocidad y corte.

Síntesis de Características	
Circulación Reversa	Diamantina
<ul style="list-style-type: none"> Se utiliza en la primera etapa. 	<ul style="list-style-type: none"> Se utiliza en la segunda etapa.
<ul style="list-style-type: none"> Recupera detritos o cuttings. 	<ul style="list-style-type: none"> Recupera un trozo de roca o testigo.
<ul style="list-style-type: none"> Se utiliza principalmente en superficie, por la mejor calidad de las muestras que se obtienen. 	<ul style="list-style-type: none"> Se puede utilizar en el interior de la mina y en la superficie.
<ul style="list-style-type: none"> Es más económica y de mayor rendimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> Su costo es 2 o 3 veces mayor.

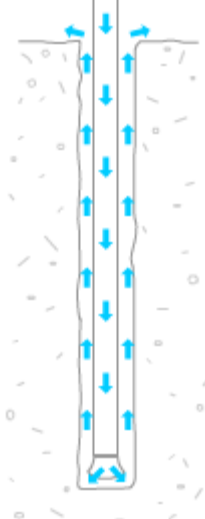
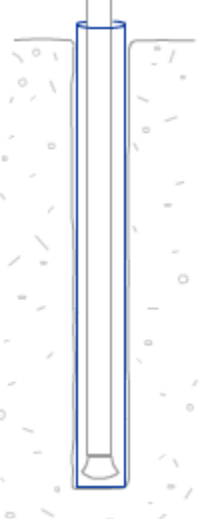
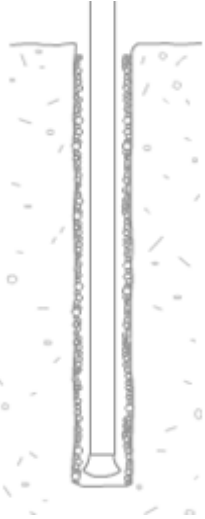
Tabla 11

Orificios de estabilización

Los orificios en roca sólida tienen alta estabilidad, mientras que aquellos sobre arena suelta tienen baja estabilidad. Otras características de roca que pueden afectar la estabilidad del orificio son:

- El grado de consolidación.
- El grado de fractura, agrietamiento, cizallamiento, fallas, etc.
- El grado de envejecimiento.
- Sensibilidad de la roca a los cambios a la presión.
- Reacción de la roca al agua y a otros fluidos.

Existen tres formas diferentes para estabilizar orificios:

 <p>Figura 6</p>	 <p>Figura 7</p>	 <p>Figura 8</p>
<p>Utilizar fluidos de perforación</p>	<p>Utilizar camisa</p>	<p>Utilizar cemento, mortero o productos para empaquetadura de orificios</p>

Uso de Camisa

Toda vez que no sea económico utilizar fluidos de perforación o cemento para estabilizar un orificio, se puede utilizar camisas para sostener las paredes del orificio. Para llevar a cabo este procedimiento el operador y el ayudante deberán:

1. Retirar las barras del orificio.
2. Bajar la camisa.
3. Sellar la camisa.
4. Bajar una barra de perforación más pequeña a través de la camisa. En algunos casos la barra de perforación que se retiró del orificio se utiliza como carcasa (sin el barril).

1. Retirar las barras del orificio

Ayudar al operador a retirar las barras del orificio.

Utilizar calibradores para medir y revisar el tamaño de la camisa para poder reemplazar la broca por una más pequeña que pueda entrar en el orificio. Si se utiliza un martillo en fondo (DTH) entonces se deberá instalar un martillo más pequeño.

2. Bajar la camisa

El operador utiliza una broca de gran tamaño para comenzar a cavar el agujero.

El operador elegirá el tipo de camisa más apropiado. Esta puede ser:

- Camisa de acero sin roscas. Deben estar soldadas juntas al ser bajadas al interior del orificio por alguien capacitado y competente en el área de soldadura.
- Acero con roscas.
- PVC.

Si utiliza una camisa de acero, deberá conseguir la camisa requerida. A veces debe cortarse a medida, y se deberá tener la capacitación y competencia necesaria para utilizar el equipamiento requerido para cortar la camisa de acero. Limpiar y engrasar todas las roscas de la camisa. Las camisas a las que no se accede fácilmente se limpiarán y engrasarán cuando la camisa baje al orificio. Si el orificio es un pozo de agua o es para una muestra ambiental no deberá utilizarse grasa en las roscas. Asegurar que el acoplamiento de adaptador correcto esté atornillado en el anillo de elevación.

Si se utiliza una carcasa de PVC, utilizar una sierra de mano para cortar la pieza de acuerdo al largo requerido. Todas las juntas en las carcasas de PVC por lo general se unen con pegamento. Estudiar las hojas de datos de seguridad del material para lo relacionado con el pegamento antes de comenzar. Las carcasas de PVC por lo general se introducen en el orificio utilizando un cabestrillo de barra adherido al cable de elevación.

Ayudar al perforador a bajar la carcasa por el orificio utilizando la manguera principal y el anillo de elevación, o para una máquina de accionamiento superior, el cabezal de la tubería de revestimiento puede ser utilizado para escariar o lavar la carcasa hacia su posición. Cuidado al manejar la carcasa de acero ya que es muy pesada.

3. Sellar la camisa

A veces la camisa debe sostenerse en su lugar con cemento, o bien debe sellarse con productos de lodo especiales. Si es así, estudiar las hojas de datos de seguridad del material antes de comenzar, y asegurar la utilización de los elementos de protección personal recomendado.

Ayudar en la mezcla del mortero o en instalar el mortero o el producto de lodo.

4. Bajar una barra de perforación más pequeña a través de la camisa

Después de sellar la camisa, bajar la barra de perforación por el orificio.

Continuar con la perforación.

Utilizar cemento, mortero, o productos para empaquetadura de orificios

El uso de cemento, mortero o productos para empaquetadura de orificios para estabilizar un agujero es un proceso muy costoso. Pueden ocurrir errores que también sean muy difíciles y costosos de reparar. Este proceso rara vez se utiliza.

Uso de fluidos de perforación

Fluido de perforación

El fluido de perforación es un componente muy importante en el proceso de perforación. El fluido de perforación hace que sea posible perforar a profundidades mucho mayores y con mayor rapidez. Hoy en día, el sistema de fluidos utilizado en la perforación rotatoria ya no está más restringido al uso de agua y arcilla natural específica del lugar. Los sistemas ahora pueden emplear una variedad más amplia de químicos, aceite, y fluidos en base a agua con un amplio rango de características físicas creadas por los aditivos.

Propósito del Fluido de Perforación

El fluido de perforación es una mezcla balanceada de arcillas, químicos y agua bombeada hacia el fondo de la tubería de perforación para:

- Lubricar y enfriar el taladro rotatorio, sarta de perforación y broca.
- Sacar los testigos de suelo/roca desde el orificio.
- Contrapesar la presión de formación para evitar que la formación de fluidos (es decir, aceite, gas y agua) ingresen prematuramente al orificio de perforación.
- Mantener estable el orificio reforzando los lados de éste mediante la creación de una película o partículas pequeñas en el orificio de perforación para evitar derrumbes.
- Sellar el orificio de perforación para reducir la pérdida de fluidos.

Los fluidos de perforación contienen un amplio rango de sustancias entre las que se incluyen fluidos base (por ej. aceites minerales/ salmuera de cloruro de calcio), agentes de ponderación (por ej. barita), viscosificantes (por ej. bentonita), surfactantes (por ej. imidazolina) y biocidas (por ej. glutaraldehído). También pueden contener contaminantes producto de las formaciones (por ej. aceite, condensados).

Potenciales Peligros

- Quemaduras o lesiones físicas causadas por contacto con la piel o los ojos.
- Estar expuestos a reacciones violentas de químicos que no han sido mezclados apropiadamente.
- Estar expuestos a peligros de inhalación.
- Resbalones, tropezones y caídas.
- Peligros para la salud entre los que se incluyen dermatitis, irritación respiratoria, narcosis y cáncer.

Opciones de fluidos de perforación cuando se perfora con aire

- Sólo aire – Aire comprimido.
- Vapor -- Aire más una pequeña cantidad de agua/ quizás una pequeña cantidad de surfactante.
- Espuma de aire.
 - Espuma estable – aire más surfactante.
 - Espuma firme – aire, surfactante más polímero o bentonita.
- Sólo agua.
- Lodo aireado / barro con base de agua– fluido de perforación más aire
- Aire comprimido.

El aire comprimido es un fluido muy efectivo para perforar en formaciones secas en climas áridos, sobre roca consolidada competente. Sólo se requieren modificaciones menores a la perforadora convencional y de las brocas para perforar con aire comprimido, en comparación a la perforación con lodo. Se requiere un compresor de aire con su complemento de herramienta de presión, válvulas de seguridad, estanque de almacenamiento, etc. Es necesaria una manguera de entrega para conectar el suministro de aire a la barra Kelly de la plataforma de perforación. Deberá colocarse un deflector sobre el agujero de perforación para deflectar los cortes que suben a la superficie a través del aire comprimido.

Se pueden utilizar brocas convencionales para perforar la mayoría de las formaciones con aire. Se utilizan barrenas de fricción de arrastre para perforar formaciones desde suaves a

medias, suelos congelados de grano fino, y hielo. Las barrenas de rodillo por lo general funcionan satisfactoriamente en formaciones medias hasta duras. Sin embargo, se ha descubierto que en las boquillas de descarga más grandes podría ser necesaria la perforación con aire en lugar de agua o lodo.

Tanto la presión de aire y el volumen del aire son importantes para utilizar con éxito el aire como fluido de perforación. El uso efectivo del aire como fluido de perforación requiere de un alto volumen de aire para remover eficientemente los cortes desde el orificio. Sólo la alta presión por sí misma no asegurará un volumen suficiente de aire y podría dañar la formación. En general, es más económico y más deseable un compresor de alto volumen de capacidad con funcionamiento a baja presión, es decir, 350 kilopascales (kPa) ó 50 psi, que un sistema de alta presión, de bajo volumen.

El aire comprimido tiene varias ventajas sobre otros tipos de fluidos de perforación. Por lo general, el aire limpia en forma más eficiente la broca, con lo que se extiende su vida útil, probablemente como resultado de una menor molienda de los cortes. Aunque las velocidades de la barrena rotatoria son prácticamente idénticas a la perforación con agua y lodo, la perforación con aire por lo general es más rápida que la perforación con lodo en parte debido al peso incrementado (aproximadamente un 20 por ciento) de la broca. Sin embargo, en formaciones más suaves la tasa de penetración debe ser reducida para evitar la presión alrededor de la broca y que se bloqueen los puertos de fluido. La descripción precisa de los cambios del material puede ser fácilmente registrada ya que los cortes, que generalmente varían desde un polvo fino hasta el tamaño de una uña de pulgar, no están contaminados. Por ejemplo, durante una investigación de un deslizamiento de tierra, los cambios sutiles en el contenido de humedad pueden ser detectados con mayor facilidad utilizando aire comprimido que si se utiliza agua o lodo de perforación. Cuando las formaciones que contienen arcilla o yeso se perforan utilizando aire, no se utiliza agua y por lo tanto el suelo no la absorbe. Cuando la perforación se efectúa sobre un material cavernoso, se elimina el gasto de circulación perdida de los lodos de perforación. En los climas fríos, el potencial de congelamiento del barro se elimina cuando se utiliza aire comprimido como fluido de perforación.

El uso de aire comprimido como fluido de perforación también tiene desventajas. El sondaje con extracción de muestras utilizando aire podría presentar problemas específicos producto del estrangulamiento en la trayectoria del flujo, es decir, el cabezal del barril de testigo, pasando la broca, y pasando la pequeña área anular entre el barril de testigo y la pared del orificio, especialmente si se utilizan sistemas de extracción diseñados para uso con agua. Cuando la perforación se realiza en formaciones de derrumbe podría resultar una corona demasiado grande, disminuir la velocidad de retorno del aire y

volverse inadecuada para levantar los cortes del suelo. El aire trabaja de mejor manera como fluido de perforación cuando no hay presencia de agua libre en el material que se perfora, sin embargo, podría requerirse la supresión de aire para evitar los efectos dañinos para la salud producto de la inhalación del polvo expulsado, especialmente cuando se perfora sobre materiales silíceos y en áreas confinadas tales como galerías de drenaje y lugares donde se aplican inyecciones de mortero.

La presencia de agua en el orificio o que proviene de cortes de arcilla mojada pero no saturada o formaciones de esquistos, reducen la capacidad del aire para efectuar cortes en el orificio y a menudo hace que los cortes tomen una forma de bola y se aferren a la broca, barra de perforación y paredes del orificio de perforación. Cuando esto ocurre, la probabilidad que las herramientas de perforación se atasquen en el orificio aumenta. Además, la presión al fondo del orificio de perforación podría aumentar lo suficiente como para fracturar la formación. Consecuentemente, no se recomienda el uso de aire para perforar la mayoría de las arcillas y esquistos.

- **Espuma o vapor**

Es posible agregar espuma o vapor al aire comprimido para mejorar su rendimiento, especialmente si hay demasiada agua al perforar con aire las formaciones tales como arcillas y esquistos. La espuma ayudará a mantener separados los cortes, reducir los efectos de la formación de bolas y aglutinamiento, ayudará a remover el agua del orificio de perforación, y permitirá que los cortes más grandes sean removidos del orificio con el mismo volumen de aire. Al facilitarse la extracción de cortes más grandes desde el fondo del orificio y contribuir con ello a una mejor limpieza del agujero, se produce una penetración más rápida de la broca debido a que hay una mejor trituración de los cortes, lo que tiene como resultado una prolongación de la vida útil de la broca. También se utiliza la espuma como supresor del polvo y se reduce con ella la pérdida de aire, que permite una perforación a través de las zonas perdidas de circulación.

Los agentes espumantes son por lo general mezclas biodegradables. Durante las operaciones de perforación, se inyecta una mezcla del agente espumante y agua en la corriente de aire comprimido entre la descarga del compresor y la superficie del orificio a una velocidad de 1.000 hasta 2.000 dm³/hr, aunque esta velocidad puede ajustarse a las condiciones con las que se encuentren.

El rango de la espuma es una cantidad tan pequeña de vapor de 0,25 dm³ agente espumante, por 380 dm³ de agua de inyección hasta una espuma espesa compuesta por una mezcla de lodo de bentonita y/o polímero orgánico, agua, y agente espumante. La espuma por lo general es adecuada para suprimir el polvo, combatir el ingreso de

pequeñas cantidades de agua, y remover la arcilla pegajosa, arena mojada, y gravilla fina en orificios con pocos problemas de orificio.

Se requiere de espuma cada vez más espesa en la medida que aumenta el diámetro del orificio y la profundidad, las gravillas o los cortes se hacen más grandes, las pérdidas de agua se vuelven significativas, o nos encontramos con condiciones de inestabilidad en el orificio. La inyección de vapor o espuma podría requerir una velocidad de retorno incrementada en un 30 por ciento o más en comparación con una estricta perforación de aire.

Algunas espumas de perforación tienen un polímero premezclado en ellos para evitar la pérdida de aire en suelos porosos, o para estabilizar las paredes del orificio. Si el polímero no está premezclado podría ser necesario mezclarlo en el lodo utilizando un tubo mezclador de lodo antes de agregar la espuma.

Siempre mezclar el agente de espuma y el agua según las instrucciones del perforador y estipuladas en las MSDS.

- **Agua**

El agua por lo general es un fluido efectivo y costo eficiente que ha sido utilizado para numerosas operaciones de perforación. El fluido de perforación se forma naturalmente al mezclar agua pura con cortes de suelo desde la formación en donde se realiza la perforación.

El agua por sí misma es un estabilizador de orificios deficiente, que puede hacer que las arcillas y los esquistos se hinchen, no suspendan bien los cortes cuando la bomba está apagada, y ofrezca una lubricación mínima sin control de pérdida de fluidos. Por lo tanto, a menudo es imperativo que se agreguen al agua ciertos constituyentes orgánicos o inorgánicos para controlar las propiedades del lodo de perforación, como son el peso o la densidad, la viscosidad, y las características de filtración que mejor satisfagan las necesidades de perforación.

- **Lodo a base de agua**

Estos fluidos son los caballos de batalla de la mayoría de las perforaciones geotécnicas y las operaciones de muestreo. El aditivo más común para formar un lodo a base de agua es la bentonita, aunque se han desarrollado polímeros que rinden bien en la mayoría de las operaciones de perforación. Estos fluidos de perforación más los aditivos apropiados cumplen con todos los propósitos primarios y secundarios mencionados anteriormente.

Las desventajas principales de utilizar lodo de perforación son: se requiere de un gran volumen de fluido de perforación (agua), y existe un alto potencial de erosión del orificio. Como regla de oro, el volumen de lodo requerido para perforar un orificio es aproximadamente tres veces el volumen del orificio. La descarga o velocidad de retorno del fluido de perforación sumado a su viscosidad es potencialmente peligroso para los materiales erosionables en los orificios de perforación.

- **Lodo de bentonita**

La bentonita es el aditivo para fluido de perforación que se utiliza más comúnmente y consiste en arcilla de bentonita de sodio finamente triturada. Al mezclarse con agua, el lodo que resulta tiene una viscosidad mucho mayor que el agua y posee la capacidad de suspender partículas relativamente gruesas y pesadas, y tiende a formar una torta delgada con muy baja permeabilidad en las paredes del orificio de perforación. Debido a estos atributos, el lodo de perforación de bentonita es superior al agua como fluido de perforación para diversas aplicaciones. La bentonita para la perforación por lo general está disponible en un grado estándar. Un grado de alta producción, que contiene polímeros orgánicos, generalmente produce aproximadamente la misma viscosidad que el grado estándar con la mitad de la bentonita. Sin embargo, hay que notar que la bentonita de grado estándar puede contener agentes pesticidas y aditivos orgánicos. Para las perforaciones ambientales donde los aditivos sean aceptables, diferentes proveedores distribuyen bentonita de sodio puro.

- **Lodos de polímeros**

Tanto los polímeros naturales como los orgánicos sintéticos disponibles producirán lodos de perforación con propiedades deseables. Aunque los costos de la mayoría de los aditivos de polímeros son mayores que los costos de la bentonita, la calidad lubricante de muchos lodos polímeros es excelente y puede reducir notablemente el desgaste de la broca y de la barra. En comparación con los lodos de bentonita, los lodos de polímero a menudo tienen un contenido menor de sólidos. Aunque los lodos poliméricos pueden carecer de la capacidad de gelificación requerida para suspender partículas o para formar una torta de filtración satisfactoria en comparación con los lodos de bentonita, los lodos de polímeros pueden bombearse a viscosidades mucho más altas. Consecuentemente, la pérdida de agua a causa de las propiedades deficientes de la torta de filtración es parcialmente mitigada por la reducción de la fuga de lodo muy viscoso hacia la formación. Un polímero natural, que ha sido utilizado en la perforación de pozos y piezómetros, está hecho del frijol Guar, y se degrada naturalmente producto de la acción de enzimas y vuelve a la viscosidad del agua dentro de unos pocos días.

- **Lodo de bentonita/polímero**

En ocasiones es ventajoso preparar lodos de perforación compuestos tanto de bentonita y polímeros con agua. Las bajas propiedades de viscosidad de los sólidos en los polímeros orgánicos al ser combinadas con las propiedades de filtración del lodo bentonita, producen un lodo con excelentes características para diversas aplicaciones. Cuando se prepara el lodo combinado, se debe agregar la bentonita al agua antes de agregar el polímero.

- **Lodo en base a mezcla de agua**

El lodo en base a mezcla de agua se crea a partir de la mezcla cuidadosa de agua con químicos a una consistencia deseada. La calidad del agua, el método para mezclar, y el diseño del pozo son importantes para el uso efectivo de los lodos de perforación a base de agua. El agua para los lodos de bentonita debe tener un pH de 7 a 9,5, pero no deben tener una dureza de calcio que supere las 100 partes por millón (ppm); el contenido en cloruro debe ser menor a 500 ppm. Los lodos poliméricos podrán trabajar ya sea con agua dulce o salada, aunque algunos aditivos de polímeros no trabajan bien en agua con un nivel alto de pH o que contenga más de 3-ppm de hierro.

Deberá revisarse la documentación del fabricante para ver las recomendaciones de calidad de agua al seleccionar aditivos de lodo de perforación.

La dispersión e hidratación de los sólidos del lodo de perforación dependerán de una mezcla apropiada.

Rociar o verter los aditivos secos en el agua y hacer que la bomba del carro de perforación mezcle, tendrá como resultado un lodo grumoso con exceso de aditivos, con lo que no se logrará conseguir las propiedades del lodo.

Un mezclador de lodo simple aunque efectivo o un mezclador a chorro puede ser utilizado en forma efectiva para introducir y/o mezclar sólidos tales como la bentonita en el lodo de perforación. Los mezcladores mecánicos de alto cizallamiento también mezclarán efectivamente los materiales de lodo.

Los fluidos de perforación deben ser mezclados de una forma lo suficientemente espesa (viscosa) como para hacer que los cortes suban desde el fondo del orificio hasta la superficie, pero no tan viscosos como para evitar que permanezcan en los pozos de lodo. Por lo tanto, es muy importante comprender las propiedades de los lodos de perforación y su uso apropiado.

Los fluidos que son muy espesos serán difíciles de bombear y ocasionará desgaste innecesario de la bomba de lodo debido a que los cortes no habrán sido removidos fuera del lodo antes que el lodo sea bombeado de vuelta hacia el orificio de perforación. También hará más difícil remover el lodo de las paredes del orificio de perforación y del acuífero adyacente durante el desarrollo del orificio de perforación.

Si el lodo es demasiado delgado, los cortes no subirán a la superficie y tanto la broca como el tubo de perforación podrían atascarse en el orificio de perforación al asentarse los cortes.

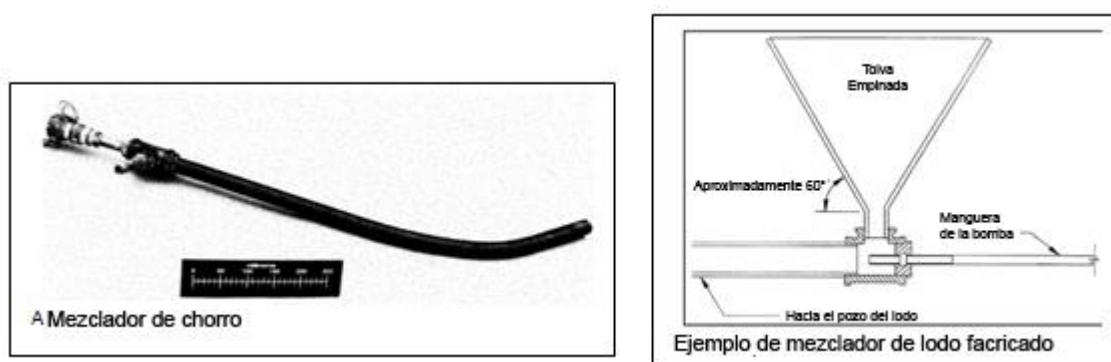


Figura 9

Más a menudo, el fluido de perforación es mezclado en un estanque, por lo general con un embudo mezclador de lodo y circulando a través de una bomba centrífuga. El embudo mezclador de lodo está conectado a la manguera de entrega de la bomba centrífuga y la manguera de succión está colocada en el estanque de lodo. El efecto venturi en los tubos del embudo succiona el lodo y lo remueve. La bomba funciona hasta que el lodo se mezcla de forma homogénea. Dependiendo de los requerimientos de perforación, el lodo será puesto a prueba mientras es mezclado y en forma periódica durante el proceso de perforación.

1.2. Identificación de componentes principales

Brocas para perforación / sacatestigos

Las brocas sacatestigos son una parte básica del sistema de perforación. Las brocas se utilizan para cortar la roca mediante la fuerza. La fuerza se transmite hacia la roca, a través de la broca, y hacia la superficie de corte. Se fuerza el contacto, así como bajo la roca, rompiéndola y permitiendo que ocurra una perforación mayor.

Desafortunadamente para los expertos y de igual forma para los novatos, las brocas sacatestigos vienen en una gama de formatos. Afortunadamente, los fabricantes han

puesto a disposición brocas generales o pautas de formación para ayudar en la selección de la broca apropiada. Con un poco de información de fondo es posible tomar decisiones informadas sobre los tipos de cortadores, perfil de la broca, y consideraciones hidráulicas para el rango de las condiciones de las brocas sacatestigos anticipadas.

Para conocer qué equipamiento de perforación y qué herramientas serán utilizadas en una faena se realizan con anterioridad estudios geológicos. La elección de la broca final debe ser orientada por:

- Los objetivos de los programas de perforación, junto con la confirmación que la broca ya ha sido probada en terreno para aplicaciones similares
- El tipo de pozo que debe perforarse, si el material es duro, suave, medio duro o medio sólido. La dureza (fuerza compresiva), abrasividad, y variabilidad de las rocas que van a perforarse tendrán la mayor influencia sobre la selección de los cortadores. Las pautas generales sugieren el uso de cortadores más pequeños y más resistentes a los impactos en la medida que las formaciones se vuelven más duras. Se pueden utilizar brocas de bajo nivel invasivo, de descarga frontal, diseñados para formaciones de resistencia desconsolidada a media en rocas más duras o más abrasivas, aunque la vida de la broca se verá drásticamente reducida.
- Forma de la broca.
- Calidad y resistencia de la broca.
- Condición de la broca.

Brocas sacatestigos

- Diamantina
 - Sacatestigos y escariadores con broca de diamante en la superficie.
 - Sacatestigos y escariadores impregnados de diamante.
 - Compacto de diamante policristalino – PDC
 - Diamante térmicamente estable —TSP
- Carburo de tungsteno.
- Tricónicas.
- Barrena de fricción de arrastre / cuchillas.
- Brocas de martillo en fondo DTH.

Brocas sacatestigos con punta de diamante

Las brocas sacatestigos con punta de diamante son industriales, sintéticas o naturales y se incluyen a aquellas que cortan orificios completos y aquellas que toman un testigo. Al perforar con brocas de diamantina, el orificio avanza con cortes abrasivos y arado. La

broca es de forma cilíndrica con diamantes en el área de contacto. Las brocas de diamante requieren de una rotación mayor, pero menos presión. Existen distintos tipos de brocas de diamante.

Las brocas de diamante son costosas y deben ser tratadas con mucho cuidado. El diseño, calidad del diamante, tamaño del diamante, peso de los diamantes utilizados, exposición del diamante, y dureza de la formación influirán en la elección de la broca de diamante que se va a utilizar.

Las brocas de diamante deben dejar de utilizarse tan pronto como se comience a percibir un desgaste apreciable en la corona. Si se utiliza una broca hasta que el diamante comience a romperse y rueda al fondo del orificio, se destruirá rápidamente. Las brocas que dejan de utilizarse por lo general se devuelven al fabricante para que sean reprocesadas. Las piedras se cortan, se gradúan y se instalan nuevamente nuevas piedras para dejar la broca funcionando nuevamente. La broca entonces es devuelta y puesta nuevamente en servicio.

Las causas del desgaste de la broca y del diamante que el operador puede controlar son:

1. Tasa de rotación de la broca.
2. Presión sobre la broca.
3. Presión del agua y pérdida del lodo.
4. Trabajar con una broca floja.
5. Molienda del testigo.
6. Dejar caer la broca cuando ésta es removida desde el cilindro saca muestras.
7. Deslizamiento de la llave y rotura de piedras.

Los diamantes son muy frágiles y se rompen fácilmente, de modo que las brocas normalmente vienen en paquetes y envolturas para evitar dañarlas.

Cuando se ha dejado de utilizar una broca, se debe envolver en trapos para limpiar y dejarla nuevamente en el paquete apropiado. Se debe guardar la broca en el área de almacenamiento correcto o caja de herramientas. Los diamantes son muy caros de manera que no debe perderlos. Siempre se deben dejar en algún lugar aparte cuando no los esté utilizando.

Brocas impregnadas de diamante

Las brocas impregnadas de diamante son diamantes sintéticos de grano fino, grado industrial o naturales dentro de un cuerpo matriz de cemento metálico. Estas brocas son apropiadas para rocas compactas, robustas, que son demasiado duras (alta resistencia compresiva) y/o abrasivas para otros tipos de elementos cortantes, tales como el chert.

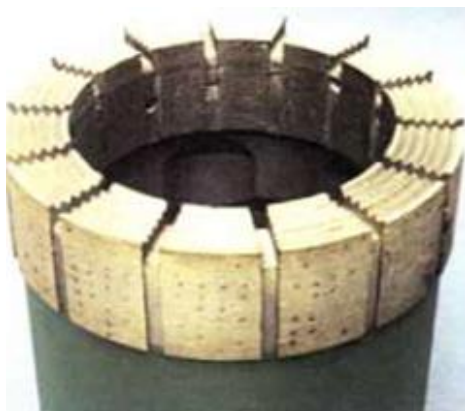


Figura 10

Brocas impregnadas de diamante

Las brocas impregnadas tienen fragmentos de diamantes incorporados en el cuerpo matriz de cemento metálico de la broca, y cuando este cuerpo matriz de la broca se desgasta, los fragmentos de diamante pulidos se caen y dejan expuestos nuevos fragmentos de diamante. La velocidad de desgaste de este cuerpo matriz es controlada por su dureza. De manera que al perforar material muy duro las piedras se pulen más rápidamente. Entonces cuando la perforación en formaciones suaves en donde el desgaste del diamante es más lento, el cuerpo matriz se fabrica en una aleación más dura para retener los diamantes por más tiempo.

Las brocas de diamante natural impregnado se utilizan para aplicaciones de formación ultra dura.

Brocas de diamante en la superficie

Las brocas de diamante en la superficie tienen diamantes individuales, los cuales se miden por su número por quilate. Estas brocas con grandes diamantes individuales se utilizan para rocas más suaves tales como la piedra caliza.



Figura 11

Brocas de diamante en la superficie

Las brocas de diamante penetran todo tipo de roca pero debido a su alto costo y la necesidad de maximizar el avance y la recuperación del testigo con un desgaste mínimo de la broca, la elección de la broca requiere de experiencia y juicio considerable.

Las brocas en su superficie son piedras en la cara cortante o cuerpo matriz de cemento metálico de la broca, y cuando estas piedras se pulen después de algún tiempo de haber sido utilizadas (bordes de corte en los diamantes están desgastados) o se pierden las piedras de la cara de la broca, entonces la broca ya no sirve.

Compacto de Diamante Policristalino – PDC

Las brocas policristalinas están hechas de partículas de diamante sintético unidas por lo general a un carburo de tungsteno; estas brocas pueden cortar formaciones suaves y duras y en las condiciones apropiadas las brocas de diamante pueden rendir en formaciones medias a duras y las de carburo de tungsteno en formaciones más suaves.



Figura 12

Compacto de diamante policristalino.

Los cortadores de diamante compacto policristalino (PDC) son materiales de diamante hechos por el hombre conformados por una capa de grano de diamante micronizado sinterizado y unido a las estructuras de carburo de tungsteno. El espesor de la capa de diamante policristalino es de sólo 51 a 1,52 milímetros. Las brocas de PDC se utilizan para las formaciones de testigos eficientes que vayan de muy suaves a homogéneas medio duras y formaciones sedimentarias competentes. Las brocas están diseñadas para cortar por cizallamiento, lo que tiene como resultado una penetración rápida. Debido a la geometría del cortador PDC, ellos están susceptibles al daño por impacto y, por lo tanto, no están recomendados para formaciones muy duras, altamente fracturadas, o formaciones de chert.

Diamante térmicamente estable—TSP

Las brocas (de diamante) térmicamente estables son más pequeñas y por lo general más robustas que las brocas policristalinas. El TSP es similar al PDC en que también es un material de diamante hecho por el hombre. La principal diferencia con el material TSP es que tiene un rango más alto de estabilidad térmica debido a la lixiviación del catalizador del metal utilizado en el proceso de sinterización al momento de la fabricación. Estos cortadores son apropiados para las formaciones que por lo general se consideran demasiado duras y/o abrasivas para los cortadores PDC. Son apropiados para formaciones duras medio blandas (dependiendo de la fuerza de la perforación). No se recomiendan para formaciones suaves.

La información que se presenta en la tabla de más abajo entrega una vista general de los tipos de sacatestigos utilizados.

Guía general de sacatestigos		
Propiedades de la roca	Tipo de Roca	Sacatestigos
Roca muy dura y abrasiva	Cuarcita, rocas ígneas	Diamante natural impregnado
Roca dura y abrasiva	Piedra arenisca, esquisto, limolita	Superficie impregnada de diamantes naturales o cortadores TSP
Roca dura, no abrasiva	Piedra caliza, dolomita, anhidrita	Cortadores TSP
Roca media a dura con capas abrasivas	Piedra arenisca, piedra caliza, esquisto	TSP o diamantes naturales impregnados en la superficie
Roca de resistencia suave a media	Piedra arenisca, tiza, esquisto	Cortadores PDC de diseño para invasión de bajo fluido
Rocas suaves, sin capas pegajosas	Sal, anhidrita, esquisto	PDC o cortadores de cono de rodillo
Roca suave y pegajosa	Arcilla Gumbo	Cortadores PDC, descarga frontal
Visión general de los tipos de sacatestigos disponibles		

Figura 13

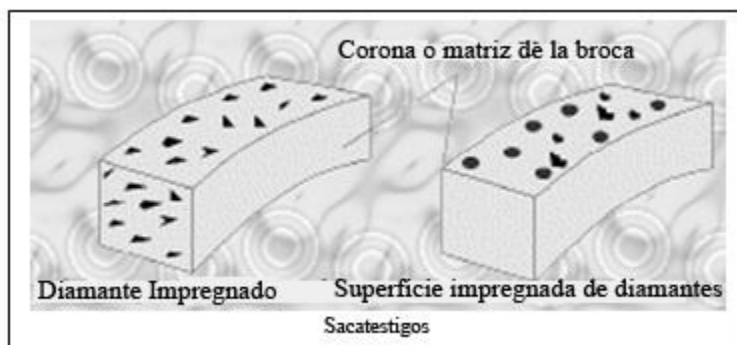


Figura 14

Carburo de Tungsteno

Los sacatestigos de carburo de tungsteno se utilizan para perforar las formaciones no consolidadas y en sobrecarga, y para limpiar orificios de perforación. Se utilizan para extraer testigos en formaciones de roca más suaves, tales como la arcilla, esquistos y tiza ya que no posee la dureza de las brocas de diamante. Sin embargo, pueden ser utilizados en formaciones más duras como la piedra caliza aunque tienen una vida muy corta y por lo tanto pueden ser poco rentables.

Brocas tricónicas

La broca tricónica – o cabezal de perforación – está adherida al extremo inferior del cuello de perforación las que están a su vez adheridas a los tubos de perforación, las cuales son conducidas por el movimiento rotatorio de la plataforma giratoria. Esta herramienta de perforación puede perforar a través de diversos tipos de diferentes estructuras de roca, que son el motivo por el cual se utilizan más comúnmente.



Figura 15

Brocas Tricónicas.

Las brocas tricónicas son ensambles de tres conos rotatorios que cortan la roca mediante su acción rotatoria. Los conos están equipados con puntos más largos o más cortos dependiendo de la Resistencia o dureza de la roca, y dientes para roca más suave. Los puntos están hechos de carburo de tungsteno para la roca más dura. La efectividad de una broca tricónica depende de su capacidad para triturar la roca y remover las piezas—la broca tricónica, por lo tanto, funciona por percusión, penetración y extracción.

La broca tricónica tiene tres brazos mecanizados en acero, cada uno con un muñón. Cada uno de los tres conos está montado sobre el muñón de cada brazo. El muñón permite que la parte gire libremente. Un pequeño canal está perforado al interior de los brazos de la herramienta para entregar grasa y lubricar las bolas rodantes. Éstas están confinadas en cada uno de los tres brazos de la broca tricónica.

Existen tres tipos de rodamientos:

- Rodamientos de bola estándar y rodamientos de rodillo sin grasa.
- Rodamientos sellados con bolas y rodillos, con grasa.
- Rodamientos lisos sellados con grasa.

Estas brocas se adaptan mejor a materiales frágiles. El tricono tiene dientes de acero fresado en la superficie. La ubicación de los dientes están diseñados de modo que el cono gire, cada diente llega al fondo del orificio en una ubicación diferente. El fluido de perforación es inyectado en cada rodillo para limpiarlo y enfriarlo. Las brocas para roca,

suelo rocoso (gravilla), y formaciones suaves (esquistos) tienen dientes largos. Las brocas para formaciones más duras tienen dientes más pequeños y más fuertes. Los dientes del dispositivo en las brocas diseñadas para roca muy dura están reforzados con telas. Para formaciones extremadamente duras, los dientes de trituración son reemplazados por botones de carburo conectados.

Se penetra la roca principalmente por trituración y astillado. Tienen cortadores cónicos, por lo general hechos de carburo tungsteno sinterizado, que giran alrededor de ejes adheridos al cuerpo de la broca. Al momento de aplicar la carga, los cortadores ruedan en la parte inferior del orificio cuando la varilla de perforación gira. Están disponibles en tamaños que van desde tres hasta 26 pulgadas.

Cuchillas de corte

En el caso de la roca suave se utiliza a menudo una bomba de alto flujo de rotación rápida. Las cuchillas de corte de arrastre son herramientas de perforación especialmente diseñadas para este tipo de suelo, especialmente para perforaciones de agua y base de herramientas “perdidas”. Las cuchillas de corte de arrastre permiten extraer cortes a una alta velocidad y removerlas rápidamente.



Figura 16

Cuchillas de corte.

Las cuchillas de corte son herramientas de perforación que se utilizan con menor frecuencia que las brocas tricónicas, aunque se trata de un tipo muy básico de herramienta de perforación. Están hechas con dos a tres cuchillas montadas sobre los brazos de la parte. Estas hojas están enfrentadas con insertos de carburo tungsteno sinterizado y se utilizan por lo general en rocas suaves como los esquistos de arcilla.

Estas brocas están hechas de tres cuchillas para suelo que usualmente es arcilloso, y están hechas para suelo más duro (piedra caliza).

A diferencia de las tricónicas, las cuchillas de corte no tienen rodamiento, lo que les da una velocidad de rotación más alta. Por otra parte, debido a que las cuchillas de corte

abarcan un área más extensa, los riesgos de ruptura pueden ser más frecuentes. A pesar que sus cuchillas están hechas de acero reforzado con brocas de carburo son relativamente frágiles.

El espesor, diámetro y peso de las cuchillas de corte varía dependiendo del fabricante.

Estas brocas se utilizan en suelo y otros materiales sin consolidar. Las cuchillas están diseñadas para que puedan cortar la formación con una acción de tallado o raspado. Las cuchillas de corte pueden tener múltiples cuchillas, acero templado, dientes con forma de dedos o podrían tener bordes de corte de carburo reforzado.

Diseño de la broca. Las brocas de perforación rotatoria están diseñadas para cortar tipos específicos de material. Se debe elegir la broca según la formación anticipada y las instrucciones del sitio de la obra. En el sitio de perforación habrá disponibilidad de brocas de arrastre o rotatorias. Normalmente se utilizarán brocas de arrastre al iniciar un orificio de perforación en materiales sobrecargados sin consolidar. Estas brocas se utilizan para rocas duras, medias y suaves y son parte del equipamiento de la plataforma de perforación. Al perforar roca suave, se debe utilizar una broca de perforación de roca media a suave. En roca muy dura, se debe detener la perforación rotatoria de lodo, instale la carcasa en las capas de roca, utilice un martillo neumático en fondo.

Evaluación de la roca

Es importante mantener registros escritos cuidadosos del rendimiento de cada broca para futuras referencias. Las brocas se desgastan por abrasión y golpes mientras se perfora. Es importante el patrón de desgaste y debe inspeccionarse una vez que la broca haya sido retirada y se debe registrar su gradación. Tales registros indican la vida útil de la broca y ayudan a la selección del tipo de broca que será más eficiente en alguna formación particular. Se registra el grado de desgaste de los dientes, rodamientos y dispositivo de acuerdo a un sistema de codificación especial.

Brocas de martillo de fondo DTH

La interfaz de corte de las brocas de martillo de fondo DTH se carga con carburo de tungsteno de alta calidad, el cual es un material extremadamente duro. Dado que las brocas de martillo trabajan con la presión de aire que baja al martillo en fondo, es importante utilizar la presión recomendada al momento de perforar con martillo. Las brocas de martillo de fondo vienen en una variedad de estilos de carburo. Mientras más agudo el punto, más suave será la formación para la que se utiliza. Los diferentes estilos de carburo en la cara del martillo incluyen domo, cono, e insertos de carburo tungsteno balístico que se presionan firmemente en la broca DTH.

Las brocas de martillo vienen en cuatro estilos principales:

1. Broca martillo de cara plana

Estas brocas de martillo son excelentes para perforar formaciones medias a duras. Estas brocas martillo mantienen una rectitud promedio en el orificio pero tienen una excelente velocidad de penetración.

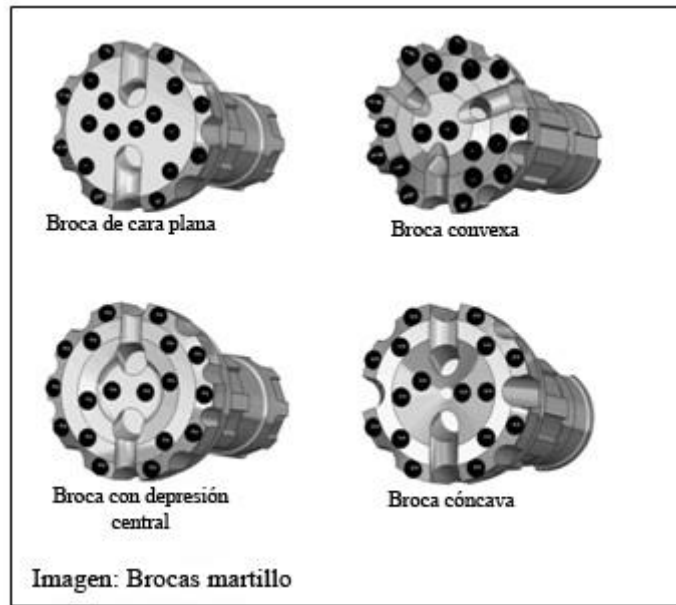


Figura 17

2. Broca de martillo convexo

Las formaciones de suelo medias a duras no son problema para estas brocas de martillo en fondo DTH. La broca DTH mantiene la rectitud promedio del orificio pero perfora a una velocidad excelente.

3. Broca de martillo con depresión central

Estas brocas martillo DTH son fantásticas para la perforación a través de formaciones medias a duras. Las brocas martillo con depresión central tienen una excelente rectitud de orificio con una velocidad de perforación promedio de penetración.

4. Broca de martillo cóncavo

Las brocas de martillo cóncavo son ideales para la perforación a través de formaciones medias a duras. Estas brocas martillo DTH son conocidas por mantener un orificio extremadamente recto con una velocidad promedio de penetración.

Características de descarga de flujo de los sacatestigos

Descarga de garganta.

Las brocas de descarga de garganta están diseñadas para que el 100 por ciento de los fluidos pase entre el zapata de muestra y el diámetro interno del sacatestigo (la “garganta”). Las brocas de descarga de garganta están diseñadas para limpiar el diámetro interno del sacatestigo, removiendo los cortes desde esta área para asegurar una entrada muy suave de la muestra al interior del barril saca muestras. La acción de limpieza reduce la tendencia al aglutinamiento de las formaciones duras y/o frágiles.

Descarga frontal

Los sacatestigos de descarga frontal están diseñados para desviar algunos fluidos que normalmente pasarían a través de la garganta de la broca hacia la parte frontal de ésta. Esto limpia la parte frontal de la broca y reduce la cantidad de flujo que restrega la muestra cuando ingresa al interior del barril saca muestras. Se recomiendan las brocas de descarga frontal para uso en formaciones suaves y de poca adherencia.

Perfil de baja invasión

Los sacatestigos de perfil de baja invasión están diseñados para maximizar la velocidad de penetración y minimizar la invasión de filtración del fluido de perforación hacia el interior del testigo. El diseño incorpora puertos de descarga frontal, un número reducido de cortadores, y un despeje disminuido entre el barril sacatestigos interior y la cara de la broca. El uso del sacatestigos de perfil de baja invasión se recomienda para formaciones suaves a medias. Las formaciones más duras disminuirían la velocidad de penetración y posiblemente dañarían a los cortadores.

Sistemas y componentes del barril sacatestigos

Barriles sacatestigos.

Los barriles sacatestigos están adheridos al extremo de la columna de perforación y vienen en barriles de tubos individuales, tubos dobles, y tubos triples. El más simple es el tubo individual en donde la muestra de perforación y el fluido de descarga ocupan el mismo espacio. Al utilizar barriles de tubo individual, el fluido de perforación circula entre el testigo y el barril. El fluido entonces fluye alrededor de la broca, enfriándola, y saliendo a través de la corona hacia la superficie. El contacto directo del fluido con el testigo recogido puede destruir y erosionar el material de resistencia baja, suave y encementado de forma deficiente.

Un barril **de tubos dobles** puede ser utilizado para aliviar este problema. En este caso, el fluido circula entre las dos paredes del barril, que permanecen aisladas del testigo mismo. Un barril sacatestigos interno es independiente del movimiento de las barras de perforación. Los barriles de tubos dobles son ideales para ser utilizados en la mayoría de las condiciones de perforación y permiten muestras de testigos más grandes mientras se mantiene el mismo orificio y una baja presión de fluido. Se han obtenido buenas recuperaciones utilizando el barril de tubos dobles en limos y arcillas sin consolidar.

Los barriles de **tubos triples** utilizan una manga de tubo de muestra al interior del barril sacatestigos para ayudar a reducir la interrupción de las muestras de testigo al remover el testigo desde el ensamble del tubo interno. El barril de tubo triple utilizado para perforar material muy suave sin consolidar se desliza hacia la parte externa del barril interior más allá de la broca para proteger al testigo del lavado o de ser expulsado por los medios de descarga. Ellos aseguran la recolección de muestras sin interrumpir. La tubería triple puede ocasionar costos adicionales pero es de tecnología baja y es fácil de incorporar.

Todos los barriles sacatestigos están disponibles en diversos diámetros externos que corresponden al tamaño de la broca, diámetro de perforación rotatoria y muestra de testigo requeridos. Están clasificados de acuerdo al largo de la muestra que contienen y por lo general miden 1,5-3.0 metros de longitud pero pueden llegar a 6 metros de largo.

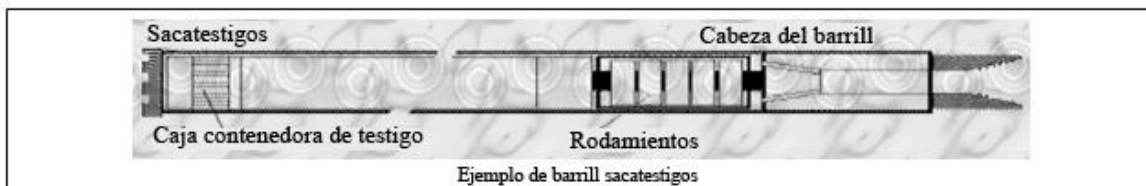


Figura 18

Barril sacatestigos.

Revisión del sistema



Figura 19

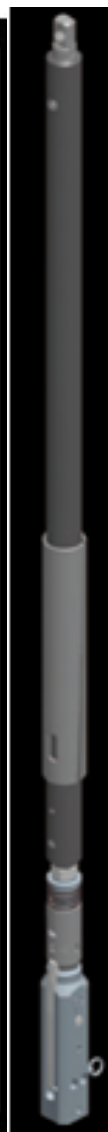


Figura 20

Ensamble de pescante (solo cableado) (1)

El pescante se deja caer o se bombea en la columna de perforación para recuperar el ensamble del tubo interno a través de los cables y el winche o tecele.

Racor de empalme (2)

El “racor de empalme” está roscado en la columna de perforación y entrega una superficie de acoplamiento endurecida que el ensamble del tubo interno del barril sacatestigos cierra al momento de perforar. Adicionalmente, el racor de empalme entrega control

direccional del ensamble del barril sacatestigo mediante almohadillas de estabilización resistentes al desgaste que corroe las paredes del orificio de perforación.

Acoplamiento del adaptador (3)

Los adaptadores empalman el racor de empalme con el tubo externo del barril sacatestigos, haciendo que se despliegue el bolsillo que cierra el ensamble del cabezal.

Ensamble de Cabezal (4)

En ensamble del cabezal entrega: mecanismos de punta de lanza para el cierre y giro con el fin de permitir la inserción y la recuperación del ensamble del tubo interno, un ensamble de rodamiento para permitir que el tubo permanezca inmóvil y no dañe las muestras mientras se realiza la perforación, indicaciones de operación de presión de flujo y válvulas de control de fluido. Todos los ensambles de cabezal incorporan un ensamble de válvula de cierre que entrega una señal de presión de fluido al operador de la perforación cuando los componentes de la válvula están comprimidos, indicando un tubo interno lleno o bloqueado.



Figura 21

Ensamble de cabezal

El cabezal conecta simultáneamente la columna de perforación con el tubo interno, husillo y el tubo externo. El cabezal también ayuda a estabilizar el extremo superior del barril sacatestigos a través de las tiras de superficie dura.

El propósito del ensamble de cabezal es conectar el sacatestigos con la columna de perforación, y permitir que el tubo interno permanezca inmóvil para que pueda recibir al

testigo. El resto del barril sacatestigos rota para conducir al escariador diamantado y la broca.

Tubo externo (5)

El tubo externo alberga el ensamble del tubo interno y conecta los productos de diamante que cortan el orificio. El espesor incrementado de la pared del tubo externo entrega rigidez adicional para el control direccional y una corona de orificio más estrecha para aumentar la velocidad del fluido y la evacuación rápida de los cortes para el rendimiento de la broca. Los tubos externos múltiples pueden ser ensamblados para extender la longitud de la posible muestra de testigo. Los tubos externos tienen tanto extremos de pasador como de rosca hembra.

El tubo externo alberga al escariador diamantado, el estabilizador del tubo interno, sacatestigos y ensamble del tubo interno. El tubo externo, por su rigidez, es una parte muy importante del equipo de perforación. Se ofrecen diferentes tipos de tubo externo en el mercado dependiendo de las condiciones del suelo.

El propósito del ensamble del tubo externo es conectar la broca y el escariador a la barra de perforación. Así albergará y asegurará el ensamble del tubo interno durante las operaciones y el embarque.



Figura 22

Tubo externo.

Tubo interno (6)

El tubo interno captura la muestra de testigo en la medida que avanza la perforación. Se pueden ensamblar diversos tubos internos con empalmes o extensiones para aceptar muestras de testigo más extensas.

El tubo interno es un tubo de acero roscado en la parte externa (rosca de pasador) en ambos extremos. Sirve para recoger las muestras de testigo.

El propósito del ensamble del tubo interno es transportar las muestras de testigo. Durante la perforación, el ensamble de tubo interno alberga y retiene al testigo y mientras lo recupera, el ensamble del tubo interno lo protege y lo transporta. Si el tubo interno se bloquea con el testigo, el tubo interno ejercerá presión sobre las válvulas de cierre. De este modo, se comprimirán las válvulas de cierre que cerrarán a su vez el flujo de agua. La presión de agua incrementada será la señal para que el operador de perforación sepa que el tubo está bloqueado.

Los tubos internos tienen tanto extremos de rosca de pasador como rosca hembra.



Figura 23

Tubo interno.

Estabilizador de Tubo Interno (7)

Asentado en el escariador diamantado o en las extensiones de los tubos externos acoplados, el estabilizador de tubo interno reversible y reemplazable entrega centralización para una recuperación de muestra mejorada y un rodamiento entre el tubo interno estacionario y el tubo externo rotatorio.

El estabilizador de tubo interno cumple dos funciones importantes. Alinea y estabiliza el tubo interno dentro del escariador diamantado, y permite que el fluido de perforación fluya libremente hacia el sacatestigos.



Figura 24

Estabilizador de tubo.

Ensamble de la tapa del tubo interno

La tapa del tubo interno está atornillada al ensamble del husillo y protege al resorte y los rodamientos de compresión. Un fitting para grasa permite la inserción de grasa al interior de la tapa del tubo interno.



Figura 25

Ensamble de la tapa del tubo interno.

Levantador de testigo o atrapa testigo (8)

El levantador de testigo es un aro ranurado de acero templado con un cuerpo cónico que se acopla a un enchufe cónico en la carcasa del levantador de testigo. En una operación de

desconexión, la columna de perforación es levantada desde el fondo y la muestra de testigo comienza a deslizarse fuera del tubo interno. Las características de adherencia en la superficie interna del levantador de testigo atrapan la muestra de testigo que se mueve y tiran al levantador de testigo hacia el extremo más pequeño del enchufe cónico en la carcasa del levantador de testigo. El levantador de testigo queda restringido a la muestra de testigo y la retiene después que se ha quebrado, permitiendo que la superficie la recupere.

El levantador de testigo viaja dentro de la carcasa del levantador de testigo, lo que permite que éste se mueva suavemente dentro del tubo interno. Cuando se completa la trayectoria del testigo, o si la muestra de roca queda bloqueada en cualquier parte dentro del tubo interno, el operador, luego de detener la rotación de la columna de perforación, levantará la barra de perforación desde el fondo del orificio. Esta acción deslizará y ajustará al levantador de testigo con la muestra por su diseño biselado. Con ello se originará una presión y luego se aplicará al testigo permitiendo que se rompa antes que se resbale. El levantador de testigo estilo n2 tiene dos líneas gravadas en la carcasa externa.



Figura 26

Atrapatestigo.

La parte individual más crítica de cada sistema de testigo es la del atrapa testigo que mantiene el testigo dentro del barril cuando se lleva hacia la superficie. La tabla más adelante enumera los atrapa testigos disponibles y sugiere los que son más apropiados para los tipos de roca específicos. Muchas situaciones hacen necesaria la combinación de dos o más atrapa testigos para asegurar el proceso. Las secuencias de arena suave intercalada con esquisto podrían requerir tanto de atrapadores de tipo deslizante y de aleta. Los atrapadores de cierre completo corren principalmente para asegurar el éxito al recuperar testigos desde arena desconsolidada, también incorporan atrapadores de anillos partidos o de tipo deslizante para mejorar la recuperación del testigo en caso que los extremos del testigo terminen en roca dura.

Atrapatestigos

Tipo	Uso recomendado
Anillo dividido, resorte	Formaciones consolidadas
Pinza	Cuando se desconocen las características de la formación
Deslizante	Formaciones consolidadas que normalmente trabajan con atrapadores de aleta o con cuchillos de orientación
Aleta	Formaciones consolidadas, fracturadas y sin consolidar en donde se desconoce la geología
Cesta	Formaciones sin consolidar que normalmente trabajan con otro tipo de atrapador
Cierre completo	Formaciones friables a sin consolidar para proporcionar un cierre completo positivo

Figura 27

Carcasa de levantador de testigo (8)

La carcasa de levantador de testigo se acopla al tubo interno y alberga al levantador de testigo en un enchufe cónico que controla el movimiento del levantador de testigo. Cuando la columna de perforación se levanta durante una operación de rotura de testigo, la carcasa del levantador de testigo toca fondo al interior de la broca transfiriendo la carga de retirada desde la columna de perforación hasta el levantador de testigo hasta que la muestra de testigo se rompe.

La carcasa del levantador de testigo transporta al levantador de testigo y al anillo de tope. El biselado al interior de la carcasa del levantador de testigo y la parte externa del levantador de testigo permite que la muestra pueda ingresar. Al elevarse el tubo interno, el testigo queda trabado en su lugar lo que permite romperlo desde el fondo del orificio. Luego el testigo se mantiene al interior del tubo durante la recuperación.



Figura 28

Carcasa de levantador de testigo.

Anillo de tope (9)

El anillo de tope es un anillo elástico de acero templado diseñado para asentarse en una ranura de acoplamiento y retener al levantador de testigo en la carcasa del levantador de testigo.

El anillo de tope es parte del ensamble del levantador de testigo. El anillo de tope está inserto al interior de la carcasa después del levantador de testigo. El anillo de tope se traba en una ranura ubicada al interior de la carcasa del levantador de testigo. Una vez que el anillo de tope queda trabado en su posición evitará que el levantador de testigo se deslice al interior del tubo interno.



Figura 29

Anillo de tope.

Tuerca de fijación

La tuerca de fijación es responsable de bloquear el husillo al interior del cabezal y también de asegurar el largo del tubo interno para que el levantador de testigo tenga la distancia correcta desde el asiento de la broca.

La tuerca de fijación queda roscada en el eje del husillo asegurando el resorte de compresión y el rodamiento colgante contra el rodamiento del husillo.

Husillo

El husillo es el vínculo para todos los componentes de ensamble del cabezal. Es sobre su eje que los rodamientos, válvulas, resortes de compresión, tuerca de fijación, cabezal y tapa de tubo interno están instalados.

Golilla de Ajuste

Las golillas de ajuste están posicionadas en el husillo. La primera está asentada junto a la primera válvula de cierre mientras que la segunda está ubicada junto a la segunda válvula de cierre. La función de la golilla de ajuste es ajustar la sensibilidad de la válvula que restringe el flujo de agua hacia el sacatestigos.



Figura 30

Válvula de cierre

Comúnmente llamados “gomas”, las válvulas de cierre están hechas de una goma o nylon compresible especial. Las válvulas de cierre están prensadas entre las golillas de ajuste. La función de las dos válvulas de cierre es la de restringir el flujo de agua hacia el sacatestigos mientras que la roca realiza presión al interior del tubo interno durante el ciclo de perforación. Esto pone en alerta al operador sobre un eventual bloqueo de testigo o tubo lleno. Esta fuerza comprime las dos “gomas” restringiendo el flujo de agua hacia el sacatestigos, lo que tiene como resultado un aumento de la presión del agua.

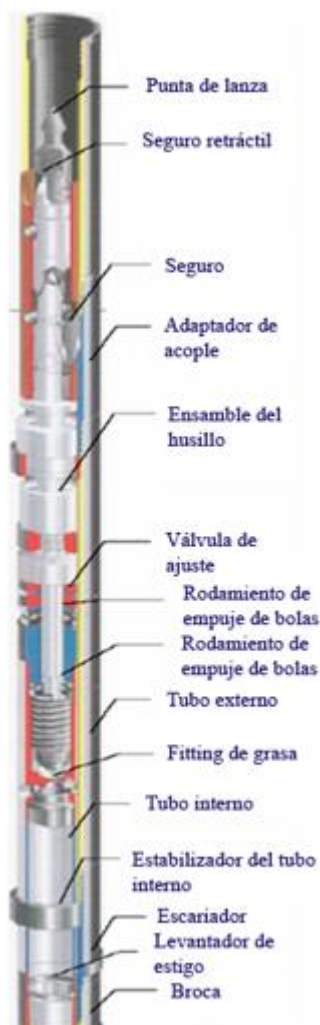


Figura 31

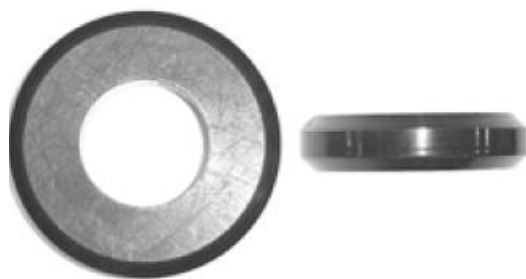


Figura 32

Válvula de cierre.

Rodamiento de empuje

El rodamiento de empuje es un ensamble de unidad mecánica que permite la rotación libre de la parte inferior del ensamble del tubo interno. Está ubicado justo debajo de la golilla de ajuste de la válvula más baja, inmediatamente detrás del rodamiento del eje.

Nota: la parte movable del rodamiento de empuje siempre está dando la espalda al rodamiento de husillo.



Figura 33

Rodamiento de empuje.

Rodamiento de husillo

El rodamiento de husillo se desliza en el husillo y alberga al rodamiento de empuje. Separa al rodamiento colgante del rodamiento de empuje y conecta el ensamble del rodamiento a la tapa del tubo interior.



Figura 34

Rodamiento de husillo.

1.3. Herramientas manuales comunes a la especialidad

Operaciones de esmerilado angular

- Antes de comenzar una operación se debe asegurar que el material que va a triturarse esté firmemente sujeto a un tornillo de banco o a un banco.
- El operador deberá estar cómodo, en una posición bien balanceada con una vista clara hacia el material.
- Revisar siempre que la rueda esté asegurada en forma apropiada.

Advertencia: Revisar siempre que la máquina esté en la posición de APAGADO antes de conectar el suministro eléctrico.

- Apuntar el esmeril hacia abajo al encenderlo.
- Sujetar con firmeza, ya que es probable que “patee hacia atrás”.
- Utilizar un movimiento hacia adelante y hacia atrás a lo largo de la superficie que va a ser molida.

Advertencia: No exagerar la velocidad de las ruedas abrasivas.

- Al utilizar un esmeril angular, mantener las dos manos sobre la máquina.
- No retirar la protección.
- Nunca bajar la máquina hasta que la rueda haya dejado de rotar.

- Cuando se haya completado la operación de desbaste, apagar la máquina y colocarla en la parte superior de la banca con la cara del disco hacia arriba.

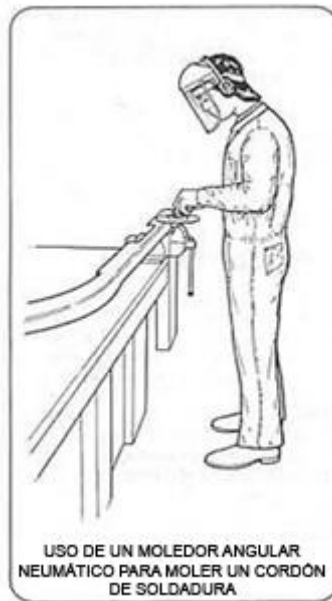


Figura 35

Cambio de los discos abrasivos

El método para cambiar los discos abrasivos en un triturador o esmeril angular de cualquier tamaño es muy similar. En la mayoría de los trituradores, el disco de molienda está asegurado por una tuerca de fijación. Retirar el disco requiere de una llave inglesa de doble acción y, para moledores grandes, una llave plana, o para moledores pequeños, una llave Allen para retirar la tuerca de fijación.

Para cambiar un disco abrasivo en un esmeril de cualquier ángulo, el procedimiento es el siguiente:

- La seguridad está primero: Apagar el suministro eléctrico y remover el enchufe del punto eléctrico.
- Seleccionar las llaves correctas para soltar la tuerca de fijación: la llave Allen y la llave inglesa de doble acción para el esmeril pequeño, y la llave plana y llave inglesa de doble acción para el esmeril más grande.
- Posicionar la llave Allen al centro del eje de transmisión del esmeril pequeño o la llave plana debajo del disco abrasivo manteniendo el eje de transmisión en el esmeril grande.
- Colocar la llave inglesa de doble acción en los orificios de la tuerca de fijación y gírela en sentido contrario a los punteros del reloj para soltarla.

- Remover el disco abrasivo viejo. Colocar el nuevo disco en posición, luego reemplazar la tuerca de fijación, posicionando la llave inglesa de doble acción en los orificios de la tuerca de fijación. Ajustar en dirección a los sentidos del reloj para ajustar el disco abrasivo en posición.
- Enchufar el contacto y encender. El esmeril está ahora listo para usarse.

Nota: El uso de un esmeril pequeño para trabajos demasiado grandes o que requieren de una gran cantidad de presión podría terminar quemando el motor.

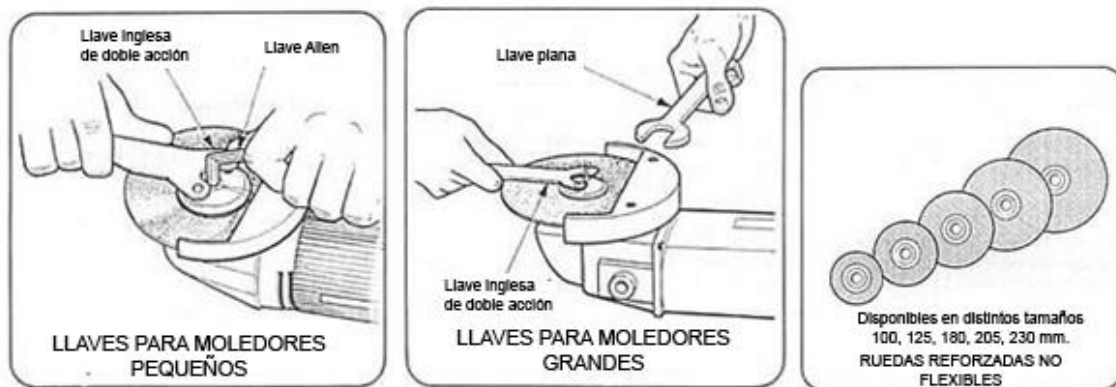


Figura 36

Seguridad

Muchos accidentes industriales ocurren con este tipo de herramienta eléctrica. Los discos pueden explotar. Tener cuidado con los trabajos en caliente.

Otros tipos de esmeriles son:

Esmeriles verticales

El esmeril vertical es una máquina de manejo manual que tiene una rueda abrasiva ajustada a 90° de su eje de transmisión.

Estas máquinas funcionan en forma neumática y tienen el mismo uso de los esmeriles angulares.

Esmeriles recto

Los esmeriles rectos son máquinas portátiles, manuales, con largos cuerpos delgados y una rueda abrasiva ajustada en el extremo del eje de transmisión. Existen dos tipos de esmeriles rectos:

- Livianos.
- Pesados.

Pueden ser accionados en forma eléctrica o neumática. A las versiones pequeñas a veces se les conoce como esmeril de dado.



Figura 37

Lijadoras

Cuando se ha completado la operación de pulido y se requiere un acabado suave, el trabajo deberá lijarse.

Los tipos más populares de lijadoras son la lijadora de disco y la lijadora de correa.

Mucha gente del rubro les da a las lijadoras de disco el nombre de pulidoras. Sin embargo, es más correcto llamarlas lijadoras de ángulo ya que el disco gira en ángulos rectos en relación con la conducción del motor.

Las pulidoras también pueden empotrarse a un esmeril angular. Se usa para dar a la superficie del trabajo pintado un brillo más potente.



Figura 38

Taladros portátiles

Todos los taladros, excepto los de impacto, y los taladros percutores, utilizan sólo una acción rotatoria simple. El tamaño del taladro no está determinado por su dimensión total, sino que por el tamaño de la broca helicoidal que se ajusta al interior de su mordaza. Un taladro de 10mm contiene una broca helicoidal de 10mm. La mayoría de los taladros portátiles tienen mordazas que están diseñadas para tomar brocas helicoidales de espigas rectas. Sin embargo, algunos fabricantes también entregan accesorios que permiten que las brocas helicoidales de espiga cónica puedan ser utilizadas. Los taladros portátiles pueden ser accionados por electricidad, aire comprimido, o baterías.

Equipo auxiliar

Herramientas y equipo utilizado en el proceso de perforación

- Herramientas manuales
 - Martillo.
 - Llaves – empaquetadura, tubo de cadenas y tubo interior.
 - Llave inglesa.
 - Calibradores.
 - Destornilladores.
- Herramientas eléctricas
 - Lijadoras.
 - Esmeriles.

- Equipamiento portátil
 - Generadores.
 - Plantas de iluminación.
 - Compresores de aire.
 - Bombas, incluyendo las bombas centrífugas.
- Equipamiento de manejo de la barra.
- Equipamiento para limpieza de alta presión (High pressure cleaning equipment (máquinas de agua a presión marca Gerni)).



Figura 39

Llaves de tuercas ajustables

- Llave de tuercas ajustable: una llave de extremo abierto con boca ajustable.
- Llave Crescent® (Crescent Tool and Horseshoe Company – el nombre original de la marca que es dueña de la patente). Una versión mejorada de la llave de boca ajustable, a menudo usada incorrectamente como término genérico.



Figura 40

- Llave inglesa: la llave de boca ajustable original con mango recto y boca lisa.
- Llave para tubos o cañerías: una llave de boca ajustable con propiedades autoajustantes y boca dura dentada que afirman de manera segura cañerías de hierro blando y fittings de cañería. A veces conocido por el nombre de la marca que es dueña de la patente original como una llave Stillson®.
- Llave de cadena: se enrolla y afirma grandes objetos irregulares.

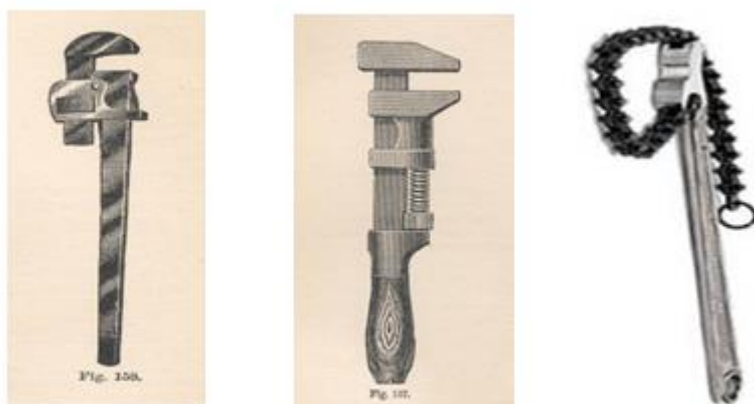


Figura 41

Palas

Una pala es una herramienta para levantar y mover material suelto como el carbón, gavilla, nieve, tierra o arena. Normalmente es una herramienta manual que consta de una hoja ancha con bordes o lados que está fija en un mango de mediana longitud. Las palas de mano han sido adaptadas para muchos trabajos y ambientes diferentes. Pueden ser optimizadas para una única tarea o diseñadas como una herramienta combinada o comprometida para hacer múltiples tareas. Por ejemplo: una pala para carbón típicamente tiene una hoja ancha y plana con bordes doblados en ángulo, una carapana y un mango corto con forma de D.



Figura 42

Una pala tipo espada está diseñada principalmente para romper masas de tierra. Una pala tipo espada normalmente tiene una punta y está diseñada para ser empujada dentro del suelo con un pie. Las hojas de espada normalmente tienen una cara redondeada sin bordes filosos doblados hacia arriba.



Figura 43

Equipamiento para manejo de la barra de perforación

La actividad que más vinculación tiene con los accidentes durante la perforación es la relacionada con el manejo de las barras de perforación, tuberías y carcasas.

Al manipular las barras de perforación, los asistentes de perforación deberán siempre tomar medidas de control preventivo para asegurar que no se produzcan lesiones. Los siguientes puntos deberán tomarse en consideración al manipular barras de perforación.

Las barras por lo general se levantan desde el extremo de la caja, son muy pesadas y sus extremos pueden estar afilados. Será necesario utilizar técnicas especiales, equipamiento para levantar y equipamiento de protección personal (PPE/EPP) al manipular las barras para evitar que los dedos resulten aplastados o con cortes, o que las barras caigan sobre los pies.

Usar siempre guantes de cuero y zapatos con punta de fierro, y utilizar siempre la técnica de manipulación correcta.

No intentar levantar una barra larga y pesada sin la ayuda del equipamiento de manejo de barras o de otra persona – cualquier persona podría resultar herido.

Manipulación segura de las barras de perforación:

- Asegurar que el sitio de perforación cumple con los requerimientos operacionales y de seguridad necesarios para la plataforma de perforación específica.
- Asegurar que la distribución del sitio de perforación reduce la necesidad de manipular, mover o transportar las barras de perforación.
- Eliminar la manipulación doble de las barras de perforación cuando sea posible.
- Entregar el espacio suficiente para que el asistente de perforación pueda alejar con facilidad la barra de perforación ya en altura desde la plataforma de perforación hacia la mesa de trabajo, rejillas o armazones.
- Asegurar que los contratistas de perforación entreguen los requerimientos mínimos con los que debe contar la explanada de perforación para las plataformas de perforación (estos requerimientos están incluidos en el plan de trabajo).
- Asegurar que el plan de trabajo y los sistemas de salud y seguridad asociados incluyen un examen de los sistemas de seguridad de la plataforma de perforación y de los dispositivos antes de comenzar el programa en terreno.
- Utilizar una lista de verificación previa al inicio que incluya la revisión de las cuerdas de tracción, equipamiento de levante, herramientas para romper, protecciones, pasarelas, lugar de trabajo y refugio apropiado
- Revisar todos los sistemas de manejo y de rotura de las barras de perforación disponibles para que sean implementados en las plataformas de perforación como una forma positiva de eliminar el peligro. Cuando no sea posible, implemente una reducción en el plan de lesiones para la cuadrilla de perforación
- Completar una identificación de peligro en cada sitio de perforación para asegurar que las medidas de control existentes sean todavía efectivas
- Proporcionar pasarelas fabricadas antideslizantes, escalones y pasamanos cuando sea posible



Figura 44

Cabrestantes

Los cabrestantes de cabezal de perforación manual (trabajos de extracción) son winches cableados de conducción mecánica o hidráulica. En las plataformas con cabezal superior, las cadenas de tracción se utilizan como cabrestante principal. Muchas plataformas de perforación cuentan con cabrestantes auxiliares para el manejo de tuberías y de otro equipamiento, así como para el rebobinado. El tambor de rebobinado por lo general tiene una menor capacidad de levante y una velocidad mayor de enrollado que los tambores para levantar. Los tambores de rebobinado pueden enrollar varios cientos de pies de cable, suficiente como para alcanzar el fondo de la mayoría de los orificios de perforación. Los cabrestantes auxiliares pueden estar accionados en forma mecánica o hidráulica.

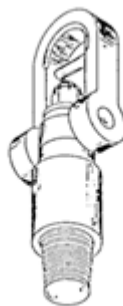


Figura 45

Gancho de elevación

El gancho de elevación es el vínculo que conecta la línea de elevación y la tubería de perforación. También se utiliza con un gancho de carcasa o adaptador para correr o tirar la carcasa. Está conformado por un asa, rodamiento de rodillos y una rosca para herramienta de acoplamiento como la que se utiliza en la parte inferior de una barra Kelly. El gancho de elevación debe mantenerse despejado y los rodamientos y roscas de acoplamiento deben aceitarse para asegurar una rotación suave.

Agregar tubos utilizando un gancho de elevación

1. Preparar el equipo.

Insertar tubos deslizantes en la mesa. El perforador retira la barra Kelly y coloca la barra de perforación en los tubos deslizantes. Desatornille la barra Kelly y la barra de perforación. Retirar la barra Kelly y colocarla dentro del mástil en otro lugar.

Es importante que los orificios de ventilación no se bloqueen ya que ello extraería el fluido del orificio cuando se levante la columna de perforación.

2. Colocar el anillo de elevación en el tornillo del tubo y agregue el gancho de elevación en el extremo del tubo.
3. Levantar el tubo desde la parrilla hasta la plataforma de perforación, el perforador utiliza el gancho para levantar y posicionar el tubo. Cuando el perforador opera el gancho, ayudar guiando el tubo hacia la posición correcta. Asegurar que cuenta con una base sólida y que el área está libre de peligros de tropiezos.
4. Adhiera la parte inferior del tubo a la barra de perforación y ajuste la rosca utilizando una Stillson o llave inglesa.
5. Bajar el tubo por el orificio y remueva la barra Kelly. El perforador baja los tubos de manera que estén asentados en los deslizantes. Mueva la barra Kelly hacia el extremo del tubo y vuelva a conectarlo. El perforador levanta nuevamente la barra de perforación.
6. Preparar para el próximo tubo.
Remover los deslizantes para continuar con la perforación. Quitar los tubos utilizando un gancho de elevación.

Remover tubos utilizando un gancho de elevación

1. Preparar el equipo.
Inserte los tubos deslizantes en la mesa para que estén listos para el agarre de la barra de perforación.
2. Retirar el tubo del orificio.
El perforador retira la barra Kelly y asienta la barra de perforación en los tubos deslizantes. Desatornillar la junta entre la barra Kelly y la barra de perforación. Retirar la barra Kelly y colóquela dentro del mástil en otro lugar.
3. Adherir el gancho de elevación al tubo, atornille el gancho de elevación en el extremo del tubo.
4. Levantar el tubo desde el mástil hacia la parrilla una vez que ha preparado el gancho de elevación, el perforador opera el cabrestante para levantar el tubo en posición. Desatornillar el tubo de la barra de perforación. Mientras el perforador levanta el tubo, guíe el extremo del tubo sobre la parrilla del tubo. Cuando el perforador se debe bajar el tubo y guiarlo a su posición en la parrilla.
5. Repetir el proceso.
Repetir el proceso hasta que los tubos estén afuera.

Eslinga

Agregar barras utilizando una eslinga

1. Acercar los tubos al orificio.
Si se toma las barras desde la parte trasera del camión, hay que posicionar el camión de barras cerca de la perforación para que sea más fácil mover las barras desde el camión hacia el orificio.
2. Colocar la eslinga sobre una barra.
Mientras el perforador prepara la plataforma para levantar la barra, hay que colocar la eslinga sobre una barra.

Cómo poner la eslinga sobre una barra

- Levantar una barra utilizando una eslinga, alinear la eslinga con la barra de manera que la clamshell esté lo más cerca posible de la mesa de perforación y el gancho 'J' esté lejos de la mesa de perforación.

- Comenzar desde el extremo que esté más cerca de la mesa de perforación, deslice la clamshell un tercio del camino hacia la barra. Mover hacia abajo el gancho 'J', y engánchelo en el fondo de la barra.
- Tirar la clamshell hacia la mesa de perforación de manera que el cable entre la clamshell y el gancho 'J' se estire. Asegurar que el extremo del gancho del cable no esté en una posición en la que pueda enredarse con otra barra o partes de la perforación cuando sea levantado.

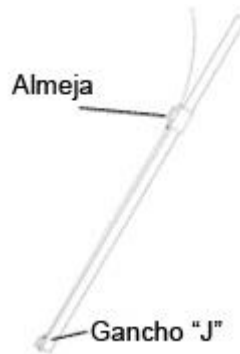


Figura 46

3. Levantar la barra desde la parrilla hacia la plataforma de perforación.
 Cuando ya se ha preparado la eslinga, el perforador opera el gancho para levantar la barra en su posición. Asegurar que está sobre suelo firme y que el área está despejada y libre de obstáculos que lo hagan tropezar. Sujetar el asa del gancho 'J' con una mano, y guiar la barra lentamente hacia adelante con la otra. No tirar hacia atrás con el asa del gancho ya que podría expulsarlo del extremo del tubo.

Cuando la barra esté en un ángulo de 60 grados, comprobar que el peso de la barra se lo lleve el gancho 'J'.

Levantar el extremo de la barra y retirarlo de la bandeja de barras guiándolo hacia la mesa de perforación. El perforador baja el cabezal para que éste se asiente dentro de la parte superior de la barra. Mover la mano sujetando en gancho 'J' hacia la parte externa de la barra de perforación. Se hace de esta forma para que su mano no quede atrapada cuando la barra gira.

Importante

Asegurar de sujetar el gancho 'J' arriba hacia el extremo de la barra hasta que haya seguridad que existe una buena conexión con el cabezal y la eslinga esté aflojada. Si la barra no está conectada apropiadamente, el gancho 'J' hará que el cable de elevación tomar el peso en lugar de la barra, cayendo a los pies.

4. Adherir la parte superior de la barra al cabezal.
El perforador gira el cabezal para unir la barra con el cabezal, luego levanta el cabezal nuevamente para soltar la eslinga de la barra.
5. Colocar la parte inferior de la barra sobre la mesa de perforación.
Llevar la eslinga hacia un lado de la perforación cuando el perforador baje el cable de elevación. Guiar la barra del cabezal hacia el interior de la barra que está sujeta en la mesa de perforación cuando el perforador gire el cabezal para ajustar la unión.
6. Bajar la barra por el orificio.
El perforador levanta la barra y la saca fuera de la clamshell, y la baja cerca del suelo para continuar perforando.

Remover barras utilizando una eslinga

1. Retirar las barras del orificio.
Para retirar una barra del orificio, el perforador utiliza el motor de perforación para sacar las barras hasta que las partes planas de la parte inferior estén disponibles para insertar la llave de mesa. Si las barras no tienen encajes planos para llaves, coloque las barras en los deslizantes o abrazaderas, y utilice las llaves de ruptura en reversa para evitar la rotación reversa de la barra de perforación. El perforador pone en reversa el motor de cabezal hidráulico para soltar la unión entre la barra y el cabezal.
2. Separar la parte inferior de la barra de la columna de perforación y poner la eslinga sobre la barra.
El perforador levanta la barra para que la barra de perforación se asiente sobre la llave de mesa, justo debajo de la barra que debe removerse. Si la barra de perforación no tiene encajes planos para llaves, colocar la unión sobre la mesa. Utilizar la llave de ruptura para soltar la unión inferior.



Figura 47

Cuando el perforador levanta el cable de elevación, colocar la eslinga de la barra en la barra del cabezal. Cuando el perforador deja de elevar, mantener el gancho 'J' arriba en la parte inferior de la barra de perforación.

Posicionarse levemente hacia el lado del gancho 'J' cuando el perforador baje el cabezal hasta que la cuerda de la eslinga esté estirada.

Retirar la mano del asa del gancho 'J' y colocar ambas manos a los lados de la barra para estabilizarla y mantenerla en línea con el mástil.

3. Separar la barra del cabezal

El perforador hace girar en reversa el cabezal para desconectar la barra del cabezal.

4. Bajar la barra de la plataforma de excavación hacia la parrilla

Balancear la barra hacia el lado o hacia el frente de la perforación y colocar el extremo de la barra en la parrilla de la barra. Si se cuenta con un brazo tipo giratorio, el perforador posicionará el brazo de manera que el extremo esté en línea con la parrilla de la barra. Deslizar la barra a lo largo de la parrilla cuando se baja el tubo.

5. Preparar la próxima barra

Cuando una fila está completa, se debe colocar una barra plana a través del extremo de la caja de la parrilla de la barra para facilitar el uso de la clamshell. Algunas parrillas tienen una barra espaciadora especial para este propósito. Remover el gancho 'J' y deslice la clamshell fuera de la barra. Colgar la eslinga de la barra fuera del lugar, listo para ser utilizado con la próxima barra. Repetir el proceso hasta que todas las barras estén fuera.

Manipulador automático

Algunas plataformas de perforación tienen manipuladores de barras automáticos que pueden levantar y hacer oscilar las barras directamente desde la parrilla de barras de la plataforma de perforación hasta el orificio.

Agregar barras utilizando un manipulador automático

1. Disponer la barra sobre la parrilla para que esté listo para ser levantado.
2. Utilizar una barra de acero para mover la barra en la parrilla, de modo que los lados y el extremo del pasador de la barra estén libres de otras barras. Colocar la barra dentro de la caja y levántela, manteniendo los dedos alejados del extremo. Si se toma las barras desde la parte trasera de un camión, posicione el camión de barras cerca de la perforación para facilitar el traslado de las barras desde el camión hacia el orificio. La barra de perforación se carga dentro de la copa de la broca de barra.
3. Levantar la barra hacia el mástil.
Inclinar la copa hasta la posición de estacionamiento, es decir, paralela al mástil, luego moverla hacia adelante en dirección al mástil para colocar la barra en la posición de “rosca hacia arriba”.
4. Unir la barra con el cabezal.
5. Preparar el trabajo para la próxima barra.
Despejar la barra de la copa y aleje la copa del orificio, alistándose para comenzar la perforación. Cargar la próxima barra y estacionarla, lista para el próximo ciclo.

Remover barras utilizando un manipulador de barras automático

1. Retirar la barra del orificio.
El perforador retira la barra del orificio. Colocar la barra de perforación dentro de la abrazadera de la barra, o sobre la llave de mesa de modo que no se caiga hacia el interior del orificio. El perforador pone en reversa la rotación del cabezal para soltar el cabezal. El perforador entonces levanta el cabezal hasta que la barra debajo de la barra que va a ser removida se asiente sobre los deslizantes o la llave de mesa.
2. Remover la barra de la columna de perforación.
Posicionar la llave de ruptura para romper la unión. El perforador desatornilla la unión y levanta la barra. Balancear el asa de la barra hasta que el brazo esté en línea con, y sobre la barra.
3. Coloque la barra en el asa automática de la barra.

El perforador baja la barra dentro del pote de la barra y desatornilla la unión entre el cabezal y la barra. El asa de la barra gira la barra de manera que esté sobre la parrilla de la barra.

4. Remueva la barra del asa automática.

El perforador activa las mandíbulas del asa del manipulador para arrastrar la barra fuera del pote hasta que éste cae dentro de la parrilla de barra.

Elevador

Un elevador en una plataforma de perforación es un dispositivo que se utiliza para levantar tuberías o carcasas. El tipo más simple es una abrazadera con bisagra o un anillo con un dispositivo de bloqueo rápido que evita que se abra cuando está abrazado a la tubería. En cada lado de la abrazadera o elevador se encuentra una sujeción u ojo, que sostiene las asas o vínculos del elevador. Las asas están adheridas al gancho. El diámetro interno del elevador es un poco más grande que el diámetro externo de la tubería, permitiéndole deslizarse contra el acoplamiento de la tubería o cuello cuando la tubería está suspendida.

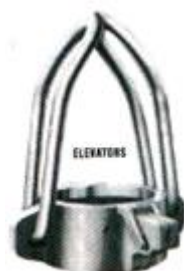


Figura 48

Deslizamiento de ruptura

Cuando la tubería de perforación se mueva hacia adentro o hacia afuera del orificio, se utilizan deslizamientos de ruptura para sostenerla mientras que se agrega o remueve una junta de tubería.

Los tipos más comunes de deslizamiento utilizados son los de tipo rodillo para tuberías verticales, de tipo bloqueo para tuberías de arrastre y de tipo plato para las tuberías de ranuración y cuellos.



Figura 49

Bloque de viaje

El apalancamiento mecánico necesario para manipular en forma segura una larga serie de tubos se obtiene a través de los ganchos o bloques de viaje. Este bloque contiene una (1) o más poleas dependiendo del peso que va a levantarse.

Los bloques de viaje pueden doblar y triplicar la capacidad para levantar peso de los motores, trabajos de extracción, etc. El factor limitante es la capacidad del mástil o de la plataforma.



Figura 50

1.4. Tamaños típicos de barras

Tamaños de los barriles sacatestigos

Los tamaños más comunes de los barriles sacatestigos que se utilizan son los de serie Q

- NQ
- HQ
- PQ

BARRILES SACATESTIGOS						
Series	AQ	BQ	NQ	HQ	PQ	SQ
Diámetro del orificio (mm)	48	60	75,8	96	122,6	146
Diámetro del testigo (mm)	27	36,5	47,6	63,5	85	102

Tamaños de los barriles sacatestigos mundialmente aceptados por la Asociación de Fabricantes de Perforación de Testigos (DCDMA)

Figura 51

Al tomar en cuenta las consideraciones geológicas del diámetro del testigo, un diámetro de testigo más grande (HQ) entrega mejores muestras para registros y pruebas, particularmente en suelo débil. El trabajo de pruebas metalúrgicas convencionales para propósitos de diseño de procesos requiere de una muestra de perforación de gran diámetro (como mínimo HQ, aunque por lo general es PQ) para poder entregar un volumen de muestra suficiente y piezas lo bastante grandes como para ser analizadas. Sin embargo, los costos de perforación aumentan con el aumento del diámetro del testigo, y las muestras geometalúrgicas y protocolos de prueba se orientan hacia una distribución espacial más amplia de las muestras provenientes de orificios de perforación de diámetro más pequeño (NQ es adecuado). NQ por lo general es suficiente para la recopilación de datos geotécnicos generalizados.

Para perforar un orificio de testigo lo primero que se necesita es un barril sacatestigos. Estos barriles están conformados por tres componentes principales, un cabezal de barril (ensamble de cabezal), un tubo externo al cual se adhiere al sacatestigos, y un tubo interno que está adherido al cabezal del barril (ensamble del cabezal) mediante un juego de rodamientos. El tubo externo o barril externo gira con el sacatestigos adherido a él, cortando el testigo. El barril interno en sus rodamientos no gira, de manera que el testigo que ingresa al barril interno no se ve afectado. En el extremo del barril interno se encuentra una caja contenedora de testigo y resorte, este contenedor de testigo mantiene al testigo dentro del barril mientras éste es expulsado del orificio. Si el testigo continúa adherido al fondo del pozo, éste sostendrá firmemente al testigo para que el barril sea retirado y arrastre al testigo desde el fondo del orificio.

El barril sacatestigos incluye todos los componentes requeridos para formar un barril de testigo completo y se pueda utilizar dentro de una barra de perforación. El ensamble del barril sacatestigos está conformado por el grupo de tubos internos y el grupo de tubos externos.

Los grupos de tubos internos entregan los componentes necesarios para recoger una muestra de testigo desde el ensamble de cabezal hacia el levantador de testigo. El grupo de tubos internos recoge la muestra durante el proceso de sondeo y es independiente del grupo de tubos externos. El grupo de tubos internos está conformado por:

- Ensamble de cabezal.
- Tubo interno.
 - Estabilizadores de tubo interno.
- Levantador de testigo.
- Carcasa del levantador de testigo.
- Anillo de tope.

El grupo de tubos externos está conformado por el resto de los componentes del barril sacatestigos. Siempre permanece al fondo del sondeo y alberga al grupo de tubos internos durante el proceso de perforación. El grupo de tubos externos está conformado por:

- Tubo externo.
- Racor de empalme.
- Acoplamiento del adaptador.

Otros componentes principales son:

- Ensamble de pescante.
- Anillos de aterrizaje.

Chequeo pre-operacional

La perforación de exploración estrictamente regulada en las condiciones de toda licencia de exploración.. Al planificar y preparar un trabajo, se deberá considerar las políticas y procedimientos de su lugar de trabajo. Es importante familiarizarse con la obligación de las responsabilidades de cuidado. Es necesario cumplir con los requerimientos legislativos, organizacionales y de la faena, por lo tanto, se deberá localizar e identificar la documentación necesaria y las instrucciones de trabajo que sean relevantes para la ejecución del trabajo o las tareas que se realizan.

La documentación y las instrucciones del lugar de trabajo se utilizan diariamente para planificar la disponibilidad de tareas, cumplir con los requerimientos y alcanzar los resultados deseados. Esta información por lo general puede ser obtenida por parte de los gerentes o supervisores de la faena. Procure que su comportamiento sea seguro y no ponga en riesgo a otras personas.

Actividad N° 1

Introducción a la actividad

La siguiente actividad sobre “Introducción a la perforación y sondaje”, se divide en 3 secciones: Nociones de perforación y tipos de sondaje; identificación de componentes principales y tamaños típicos de barras. El cierre es común a las tres secciones.

Estrategias metodológicas para el instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

Explicación demostrativa vía plataforma web.	
Explicación demostrativa en aula.	✓
Recurso audiovisual.	
Propuestas de situaciones problemáticas.	
Formulación de preguntas.	✓

- Nociones de perforación y tipos de sondaje

Objetivos de aprendizaje

- Identificar principales componentes de una máquina de sondaje DDH y de una máquina de Aire Reverso.

Descripción de la actividad

Los participantes guiados por el instructor, deberán reconocer las partes principales componentes de una máquina de sondaje, los distintos tipos de brocas existentes e identificar tamaños comunes de barras utilizadas en perforación. El objetivo de la actividad es familiarizar al participante con estas herramientas de uso común en la industria de la minería. La actividad se divide en cuatro distintas secciones.

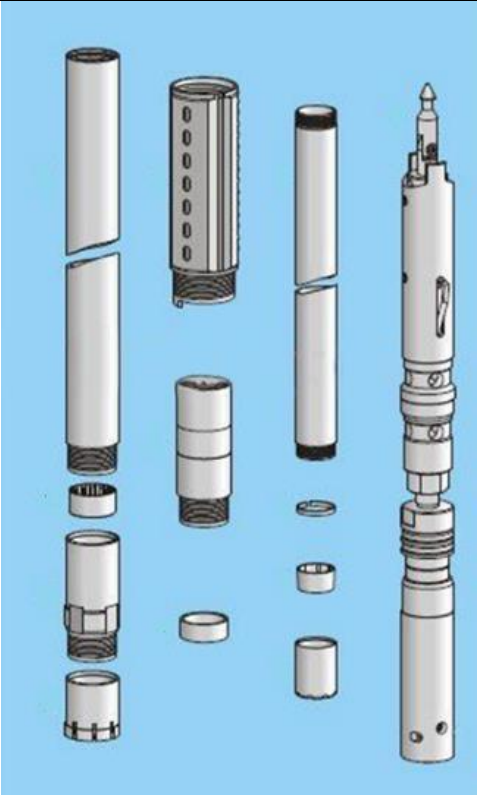
Materiales y recursos


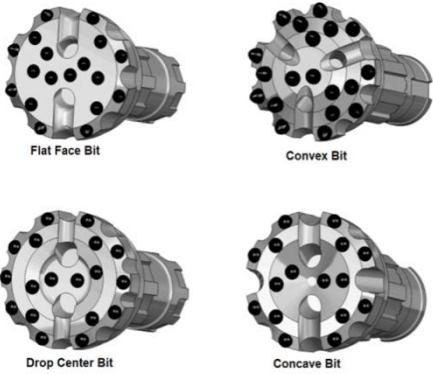
Cuaderno del participante

Desarrollo

El instructor les pedirá a los participantes que trabajen individualmente, en pares o en grupos con las Figuras referenciales contenidas en el material didáctico, y que contesten de la manera más completa posible los que se les solicita en relación a las principales características de los equipos y métodos de perforación.

Los participantes deberán identificar a que parte o componente:

Elemento	¿Qué es?
	<p>Corebarrel(barril) método de perforación “diamantina” (DDH). Este permite obtener una muestra geológica precisa y representativa del medio geológico mediante la extracción de un “testigo” continuo de roca para su posterior análisis.</p>

	<p>Broca impregnada de diamante. Las brocas impregnadas tienen fragmentos de diamantes incorporados en el cuerpo matriz de cemento metálico de la broca, y cuando este cuerpo matriz de la broca se desgasta, los fragmentos de diamante pulidos se caen y dejan expuestos nuevos fragmentos de diamante. La velocidad de desgaste de este cuerpo matriz es controlada por su dureza. De manera que al perforar material muy duro las piedras se pulen más rápidamente.</p>
	<p>La broca tricónica – o cabezal de perforación – está adherida al extremo inferior del cuello de perforación las que están a su vez adheridas a los tubos de perforación, las cuales son conducidas por el movimiento rotatorio de la plataforma giratoria. Esta herramienta de perforación puede perforar a través de diversos tipos de diferentes estructuras de roca, que son el motivo por el cual son las que se utilizan más comúnmente.</p>
 <p>Flat Face Bit</p> <p>Convex Bit</p> <p>Drop Center Bit</p> <p>Concave Bit</p>	<p>Brocas martillos. Estas trabajan con la presión de aire que baja al martillo en fondo. Las brocas de martillo de fondo vienen en una variedad de estilos de carburo. Mientras más agudo el punto, más suave será la formación para la que se utiliza. Los diferentes estilos de carburo en la cara del martillo incluyen domo, cono, e insertos de carburo tungsteno balístico que se presionan firmemente en la broca DTH.</p>

- **Identificación de componentes principales**

Objetivo de aprendizaje

- Reconocer condiciones de trabajo en terreno y equipos de sondaje a escala.

Descripción de la actividad

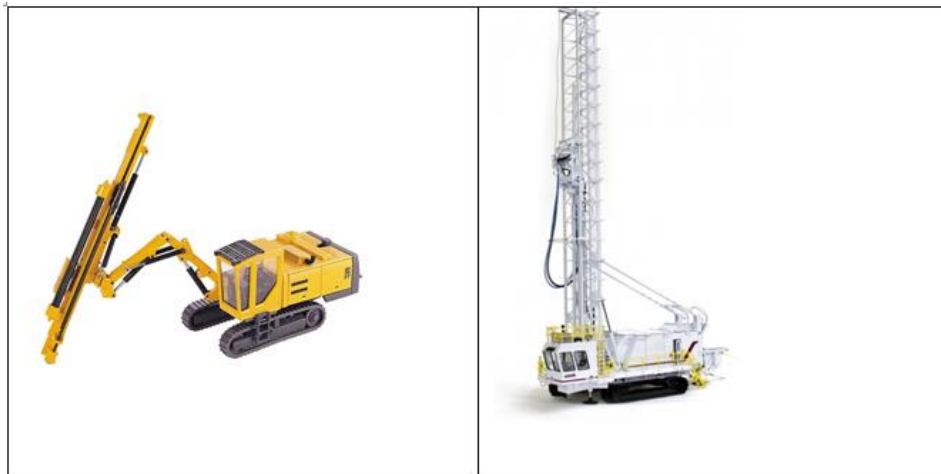
Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, podrán conocer a escala un tipo de equipo de sondaje y la faena en terreno del proceso. El objetivo es mostrar de manera simulada las condiciones de trabajo de los sondajistas.

Materiales y recursos

- Perforadora a escala.
- Elementos para la instalación de la perforadora a escala (mesa, tierra, pitilla, tierra o arena, recipientes, etc.).
- Trabajadores a escala proporcionales a la escala de la perforadora.

Se sugiere que el Organismo Técnico de Capacitación encargado del curso adquiera el equipo didáctico el cual se consiguen con proveedores y representantes en Chile.

Ejemplos de equipos a escala:



Desarrollo

El instructor deberá considerar los objetivos de aprendizaje para dar cumplimiento a lo esperado y deberá además decidir cómo abordará la actividad práctica, considerando que se busca que los participantes reconozcan las condiciones del equipo y del trabajo a realizar en terreno.

A modo de sugerencia el instructor podrá pedir a los participantes que armen la siguiente situación a escala donde deberán reconocer en la maqueta cada uno de los integrantes y la labor que cumplen en el trabajo de la faena.

Instrucciones

- Disponer de un área similar a las condiciones del terreno, en una maqueta a escala con tierra sólida.
- Demarcar el área donde se va a realizar la perforación.
- Instalar una piscina que simule la piscina de lodo típica del oficio.
- Instalar la perforadora en su posición correspondiente dentro del área demarcada.

Ubicar a los siguientes integrantes de la cuadrilla de trabajo:

- 1 Operador.
- 2 ayudantes.
- 1 Supervisor.
- 1 Geólogo.

Una vez armada la maqueta el instructor podrá realizar preguntas de situaciones que se dan en faena, que lleven a una discusión de grupo:

- Dentro del grupo donde se ubican el o los ayudantes y cuál es su función.
- Si alguien quiere entrar al área de trabajo a quien tiene que pedirle autorización.
- Que integrantes de la cuadrilla de la faena están siempre presentes en la perforación.

El instructor destacará que el operador es el único que puede autorizar la entrada o salida del área demarcada. De igual forma tener presente que en faena siempre se encuentra un operador y un ayudante, los supervisores y geólogos realizan trabajos específicos lo que no requiere de su presencia en terreno constantemente.

- **Tamaños típicos de barras**

Objetivos de aprendizaje

Identificar tamaños comunes de barras utilizadas en perforación.

Descripción

El participante deberá identificar a través de un muestrario, la denominación de las barras utilizadas en perforación. Para esto tiene que conocer la sigla que la identifica y conocer el diámetro asociado en pulgadas y milímetros. El participante además tendrá que reconocer las condiciones en que estas barras se encuentran.

Materiales y recursos

Barras: tienen que adquirirse barras nuevas y barras con fallas.

- NQ
- AQ
- PQ
- HQ
- SQ
- BQ

Desarrollo

1. El participante deberá identificar respecto a la serie, el “holediameter” y el “corediameter”, de cada una de las 6 denominaciones según tabla adjunta. Para esto debe conocer sus dimensiones en milímetros y pulgadas.

Series	HoleDiameter (diámetro de la perforación)mm	CoreDiameter (diámetro de la muestra)mm	HoleDiameter (diámetro de la perforación) inch	CoreDiameter (diámetro de la muestra) inch
NQ	75,8	47,6	2,98	1,87
AQ	48	27	1,89	1,06
PQ	122,6	85	4,8	3,35
HQ	96	63,5	3,78	2,5
BQ	60	36,5	2,36	1,44
SQ	146	102	5,75	4,02

Una vez que conozca las series y las relaciones con sus diámetros correspondientes, los participantes deberán trabajar con las barras. Para esto el instructor deberá tener clasificadas las barras por serie, sin identificación, ya que la idea es que el participante la identifique de forma visual. De igual manera, las barras deberán estar mezcladas, algunas en buenas condiciones y otras con fallas. El participante identificará las barras que el instructor le indique y separará las buenas de las que tienen fallas.

Cierre

El instructor deberá destacar que la importancia de las actividades realizadas radica en especial en el trabajo a escala, ya que esto sitúa al participante en lo que es la faena de perforación y de manera genérica reconocer los equipos de trabajo y los cargos y responsabilidades de los integrantes de la cuadrilla.

Es fundamental que el futuro ayudante de sondaje conozca las herramientas de trabajo y en detalle lo que tenga relación con los tubos de perforación. Para ello es importante que conozcan sus dimensiones y series correspondientes. También deben reconocer las condiciones de los tubos y cuándo uno de estos tiene falla por lo que habría que darlo de baja.

2. Riesgos asociados a la operación de sondaje y uso de EPP específico

Seguridad

Se da prioridad principal a la seguridad en el sondaje. Será necesario observar y cumplir con las leyes mineras, reglamentos de perforación en profundidad y planificaciones operacionales de sondaje. Los suelos y capas de roca vulnerable deberán ser protegidos con carcasas, lo que asegurará que los acuíferos de agua potable y aguas subterráneas no se contaminen ni se dañen de forma alguna.

Para asegurar el cumplimiento de los requerimientos, se debe realizar las actividades de trabajo en forma segura, y para organizar y preparar consistentemente las actividades de sondaje dentro del tiempo previsto, es importante seguir un plan establecido y lo revisarlo con el supervisor, para asegurar así que el trabajo está de acuerdo con los estándares definidos.

Se debe revisar la documentación y las instrucciones pertinentes. El tipo de información contenida en la documentación e instrucciones en el lugar de trabajo puede ser, aunque no se limita, a lo siguiente:

- Procedimientos de Trabajo Seguro.
- Procedimientos de Operación Estándar – SOPs.
- Información de Seguridad.
- MSDSs (detalles químicos, etc.).
- Requerimientos de la faena, etc.

Capacitación

La capacitación en el uso de maquinaria y equipamiento debe estar actualizada y ser fácilmente accesible. Se debe entregar capacitación específica en el uso de maquinaria, equipamiento, sistemas y procesos a todos los usuarios. Se deben ofrecer sesiones regulares de repaso, las que deben estar disponibles. Considere que la capacitación comercial o los años de experiencia no liberan de la necesidad de capacitación específica que entregan los expertos con conocimiento especializado en el uso de maquinaria, equipamiento, sistemas y procesos en el área de trabajo. Además de la capacitación específica también es importante entregar inducción al personal nuevo, a los visitantes y contratistas en el área de trabajo.

Impacto ambiental

Es importante comprender el impacto que el trabajo de perforación tiene sobre el medio ambiente y este impacto debe mantenerse lo más bajo posible, comenzando con la selección cuidadosa de los sitios de perforación. Los impactos sobre los recursos ecológicos deben ser proporcionales a la cantidad de alteraciones en la superficie y la fragmentación del hábitat ya que la vegetación y la superficie del suelo serán removidas para desarrollar explanadas de perforación, caminos de acceso, tuberías, y otras instalaciones auxiliares. Después de completar la exploración, se deben eliminar los fluidos de perforación y los cortes en sitios de eliminación que cuenten con la licencia para este propósito. Idealmente el sitio de perforación será nuevamente cultivado y restaurado a su estado original. Es importante asegurar la protección de recursos importantes estableciendo amortiguadores protectores para excluir la interrupción no intencional.



Figura 52

Los operadores de perforación deben estar conscientes de las acciones que realizan para minimizar el impacto negativo. Los químicos, combustibles, derrames de químicos peligrosos y de aceite, si no se manipulan o se eliminan correctamente pueden ingresar a las napas de agua, pozos de sondeo, tuberías de agua potable o de alcantarillado. Es importante adherirse a las instrucciones cuando se utilizan químicos peligrosos y elementos nocivos para proteger a las personas, la flora y la fauna. Comprender las políticas del sitio de trabajo, los procedimientos, y toda legislación relacionada le ayudará a decidir sobre lo que debe hacer en casos específicos. Para garantizar su seguridad, asegurar la adhesión a los procedimientos de emergencia del lugar de trabajo antes de intentar resolver cualquier problema. En todas las instancias, se deberá informar todos los problemas ambientales a su supervisor para su documentación y posterior investigación. Si los asuntos no pueden ser resueltos de manera fácil y rápida, éstos deberán ser informados a las áreas relevantes/designadas para una acción posterior.

Peligros

Las perforadoras son equipos grandes, pesados, y por lo general de movimiento lento. Se trata de máquinas complejas y su operación requiere de altos niveles de conocimiento y habilidades. El uso seguro de una perforadora dependerá de los operadores competentes y de un alto nivel de mantenimiento.

Los peligros potenciales que se identifican deberán manejarse e informarse completando la documentación requerida y a través de la comunicación con el supervisor o con las partes pertinentes.

Los principales peligros en el sondaje de exploración están asociados a cuatro áreas críticas:

- Acceso al sitio de perforación.
- Establecer el sitio de perforación.
- Área de trabajo. (incluyendo: ergonomía, trabajo en altura, peligros de incendios, exposición, etc)
- Equipamiento. (tales como: sistemas de alta presión, errores de los operadores, partes desgastadas o fatigadas, etc.)

Es extremadamente importante determinar la ubicación y naturaleza de los servicios instalados, peligros u obstáculos que puedan verse afectados por la operación de sondaje. Las líneas eléctricas aéreas, vegetación colgante, servicios subterráneos y otras obstrucciones deberán ser claramente identificados. Esto puede ser realizado mediante una discusión verbal, una inspección cuidadosa del sitio de trabajo, y asegurando que los permisos y consentimientos necesarios hayan sido obtenidos.

Algunos peligros asociados a las perforadoras son:

Consideraciones geológicas y de acceso al sitio

- Estabilidad de la plataforma.
- Estabilidad de la cara de la roca sobre y debajo del sitio de sondaje.
- Estructura de la roca (potencial de deslizamiento).
- Cavidades y áreas débiles.
- Situación y drenaje de las aguas subterráneas.
- Ubicación de previos orificios de perforación y tronaduras fallidas.
- Servicios sobre y bajo suelo (electricidad, gas, agua).

Ruido generado por:



Figura 53

- Motores de perforación.
 - Compresores de aire.
 - Generadores.
 - Vehículos.
 - Radios.
 - Sirenas y señaléticas de advertencia.
-
- Exposición al polvo, lodo, aerosoles y gases que puedan ocasionar daño a largo plazo.
 - Exposición a condiciones climáticas extremas.
 - Técnicas incorrectas de manejo manual al levantar, bajar, empujar, tirar, transportar, mover, sostener o restringir equipos grandes y pesados
 - Trabajo en altura.
 - Trabajo en el mástil, techo de la cabina, cubiertas de la plataforma y bandejas de camión.
 - Distancia de la plataforma de perforación y las personas en la cara de perforación.
 - Sustitución de consumibles que no estén a nivel de superficie (es decir, aceite combustible, agua, filtros, etc.)
 - Caídas desde la máquina.

Resbalones/tropezos

- Superficies irregulares.
- Obstáculos.



Figura 54

Fatiga y bienestar mental

- Decaimiento de la concentración y del juicio.
- Toma de decisiones deficientes.
- Fármacos, alcohol y medicamentos.

Caída de objetos tales como barras de perforación, brocas y martillos, equipamiento cableado, mangueras y fittings, etc.



Figura 55

Choque con otros vehículos

Rotación y movimiento de maquinaria y partes tales como barras de perforación, manipulador de barras, cabezal de perforación, mástil y eje, tambores de winche, bombas, ventiladores, y generadores pueden ocasionar lesiones y peligros de aprisionamiento por:

- Ropas sueltas.
- Joyas y cabello largo.

Quemaduras por contacto con aceite y químicos, superficies calientes, tubos de escape, fluidos calientes, y soldaduras, etc.

Peligros eléctricos

- Aislamiento deficiente.
- Explosión de las baterías e incendios ocasionados por fallas eléctricas.
- Golpes eléctricos.

Sistemas hidráulicos (presión, temperatura, inflamabilidad y toxicidad)

Sistema de aire comprimido a alta presión

Encendido accidental de la maquinaria

- Sin aislamiento.

Incumplimiento de las especificaciones del fabricante

- Operación de las máquinas fuera de las especificaciones o sus límites recomendados.
- No utilizar los repuestos y accesorios del fabricante.
- No comprender la forma en que la máquina se opera apropiadamente.

Cargas no aseguradas o sobrecarga de las barras de perforación al transportar o cargar la plataforma de perforación.

Puntos de apriete: Existen muchas zonas en la máquina que deben ser apretados o ajustados. El movimiento de la pluma mástil y del cabezal rotacional, el movimiento del cargador de barras, inclinación y rotación del ciclón, y las puertas del ciclón, todos presentan algún nivel de peligro. Aquí son esenciales los procedimientos y la comunicación entre el perforador y el muestreador.

Perforadoras sin vigilar (plataformas de perforación que operan sin medidas de seguridad).

¿Qué podría suceder si se expone a estos peligros?

- Pérdida permanente de la capacidad auditiva producto de un manejo inadecuado de los ruidos.
- Mover una plataforma con el mástil elevando podría ocasionar lesiones por aplastamiento o muerte.
- El contacto con líneas eléctricas podría tener como resultado la electrocución y la destrucción de la plataforma por incendio.
- Las ropas sueltas o el cabello largo sin cubrir podría quedar atrapado en maquinaria rotatoria o en movimiento, teniendo como resultado graves lesiones.
- El manejo manual del equipamiento pesado puede ocasionar desórdenes musculoesqueléticos o tener como resultado lesiones por aplastamiento.
- Las mangueras de aire o hidráulicas que resulten dañadas por el mal uso o la falta de mantenimiento podrían fallar, ocasionando movimientos incontrolados de los componentes pesados.

- El polvo y los aerosoles que genera el proceso de sondaje pueden tener efectos dañinos para la salud en el largo plazo si se inhalan niveles excesivos o si el material es peligroso (por ej. los minerales fibrosos).
- Las plataformas de trabajo y las pasarelas en las plataformas de perforación por lo general son elevadas, y a veces resbalosas, por lo que los saltos o caídas desde ahí pueden ocasionar lesiones.
- El montaje y el desmontaje de una plataforma sobre terreno en mal estado puede tener como resultado lesiones graves en piernas o tobillos.
- El sondeo en pozos antiguos que contengan carga sin explotar puede tener como resultado daños serios y posiblemente la muerte.
- Si algún sondeo interseca alguna nube de gas o algún otro contaminante, podría ser peligroso continuar con la operación.
- La restricción de la visibilidad en la cabina aumenta la posibilidad de colisionar con otro equipamiento.
- Una plataforma de perforación podría quedar varada si una planificación, control o supervisión deficiente hace que quede localizada detrás de orificios cargados o algún otro obstáculo, haciendo que la recuperación se transforme en una operación peligrosa.

Operadores y ayudantes de sondaje han resultado muertos o heridos al operar perforadoras sin protección. La operación de una perforadora que no cuente con medidas de seguridad es una amenaza inmediata y peligrosa para la vida.

Medidas preventivas

Los operadores de perforadoras geotécnicas *deben* estar protegidos de los componentes móviles mediante medidas de protección adecuadas. Esta protección, que puede incluir barras y enclavamientos protectores, debe asegurar la protección física de los operadores y los componentes móviles. Los operadores deben usar la vestimenta adecuada. Son necesarios overoles correctamente ajustados o bien ajustados al cuerpo cuando se trabaja cerca de partes móviles. Las joyas deben estar cubiertas con cinta adhesiva o no deben usarse, y el cabello largo debe estar cubierto o tomado hacia atrás. Las chaquetas de seguridad deben estar bien sujetas.

Otras medidas podrían ser (dependiendo de la configuración de la plataforma y del método de trabajo):

PARADA DE EMERGENCIA

Instalar un botón para la parada de emergencia en lugares que sean accesibles tanto para los operadores como para los ayudantes. También, los controles de palanca deben ser de tipo “centrado” para que la operación del sondaje se detenga cuando el operador libere el control de palanca.

MANTENIMIENTO / OPERACIONES NORMALES

Instalar un mecanismo de “velocidad lenta” para disminuir la velocidad de la operación. Si se bloquea o se retira la seguridad, la rotación sólo será posible cuando se active un botón que opera a una velocidad baja. Cuando el botón es liberado se detiene la rotación.

AYUDANTES

Los operadores deben trabajar con ayudantes, ya que la mayoría de las perforadoras requieren de una operación en equipo.



Figura 56

Perforadora sin seguridad



Figura 57

Perforadora con seguridad

Evitar peligros

Los peligros potenciales que se identifican deben ser gestionados e informados completando los documentos requeridos y comunicándoselo a los supervisores o partes pertinentes. Lo siguiente detalla dos documentos importantes que han sido diseñados para ayudarle a identificar y gestionar los peligros y riesgos en el lugar de trabajo.

1. Evaluación de riesgo

Una evaluación de riesgo es el proceso de ver los peligros que tienen el potencial de dañar a las personas durante la ejecución de tareas. Estos peligros pueden provenir de objetos y del equipamiento que se utilice, el ambiente de trabajo y/o los procesos de trabajo que han sido adoptados.

El objetivo de este proceso de evaluación de riesgos es eliminar algún peligro o reducir los niveles de su riesgo al agregar precauciones o medidas de control, según sea necesario. Al hacerlo, se creará un lugar de trabajo más seguro y más sano. Se trata de un paso importante para proteger su propia salud y seguridad, la de los trabajadores, y la de todos los visitantes del sitio. Una evaluación de riesgo deberá ser realizada para todas las tareas de trabajo, y debe completarse antes de comenzar la tarea.

Las evaluaciones de riesgo son importantes ya que ayudan a:

- Crear consciencia sobre los peligros y riesgos en el lugar de trabajo.
- Identificar quién puede estar arriesgándose.
- Determinar si las medidas de control existentes son adecuadas o si se debe hacer más al respecto.
- Evitar lesiones o enfermedades.
- Priorizar los peligros y las medidas de control.

Una evaluación de riesgo involucra:

- La identificación de personas que deben involucrarse en la ejecución del proceso.
- Identificar todos los peligros y riesgos en el lugar de trabajo y conservarlos en un registro.
- Obtener toda la información relevante en torno a los peligros y riesgos para poder minimizarlos.
- Observar la naturaleza del trabajo y el tipo de riesgo que involucra.
- Observar las consecuencias si llegara a ocurrir un accidente.
- Registrar los resultados del proceso de evaluación de riesgos.

¿Cómo se realiza una evaluación de riesgo? En general, para realizar una evaluación de riesgo se deberá:

- Observar muy bien y caminar por el lugar indicado dentro del lugar de trabajo.
- Observar todos los aspectos de su trabajo.
- Considerar tanto situaciones operacionales normales como eventos no estándares tales como las desconexiones, apagones, emergencias, etc.
- Identificar cualquier peligro potencial.
- Evaluar la probabilidad que pueda ocurrir alguna lesión o enfermedad, y la gravedad producto del peligro identificado.
- Identificar las acciones necesarias para eliminar o controlar el riesgo.
- Notificar al personal pertinente, incluyendo a su supervisor y al representante de salud y seguridad organizacional.

2. Análisis de Seguridad del Trabajo

Un Análisis de Seguridad del Trabajo o JSA (Job Safety Analysis) es una descripción organizada de lo que podría causar daño a las personas, al equipamiento o al entorno en las actividades de trabajo o en su lugar de trabajo. Es un procedimiento que permite

integrar las prácticas y principios de salud y seguridad aceptados en una tarea en particular u operación de trabajo.

En un JSA, cada paso básico del trabajo es el de identificar los peligros potenciales y recomendar la forma más segura de hacer el trabajo. Un JSA le brinda detalles específicos de cómo completar una tarea de trabajo y cuál es la forma más segura de hacerlo. Los JSA son específicos del lugar de trabajo y permiten identificar los peligros involucrados al hacer el trabajo y tomar acciones para evitar una lesión.

Al realizar un JSA, se podrá reflexionar sobre si ha tomado las precauciones adecuadas o si deberá hacer más cosas para evitar daños. Los temas importantes que se debe decidir son si un peligro es importante y si lo ha cubierto con las precauciones suficientes de modo que el riesgo sea aceptablemente bajo.

El JSA es una de las muchas herramientas que pueden ser utilizadas en el lugar de trabajo para mejorar la seguridad general. Deberá ser completado al inicio de cualquier tarea o trabajo.

Existen seis etapas básicas al realizar un JSA, estas son:

1. Documentar la actividad: Reunir aquellas tareas involucradas en la actividad y luego, con el uso de una hoja de trabajo del JSA, anote las tareas que componen la actividad, paso a paso.
2. Desglosar el trabajo o tarea en secuencias de pasos.
3. Identificar los peligros potenciales: luego para cada tarea, identificar qué partes de ella pueden causar lesiones a aquellos que realizan el trabajo o a quienes estén en las cercanías.
4. Determinar las medidas preventivas para superar estos peligros
5. Documentar las medidas de control: para cada peligro identificado, crear una lista de las medidas que se deban implementar para eliminar o minimizar todo riesgo probable de lesiones a quienes estén involucrados.
6. Identificar quién es el responsable: Documentar el nombre de la persona responsable de la implementación de la medida de control.

Hoja de Trabajo para Análisis de Seguridad en el Trabajo		
Tarea:		
Analizado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha:	Fecha:	Fecha:
Secuencia de los pasos	Accidentes o peligros potenciales	Medidas preventivas

Figura 58

Muestra de Formulario de Análisis de Seguridad en el Trabajo

Elementos de protección personal EPP

Será necesario que utilizar vestimenta especial y elementos de protección personal para mantenerse seguro en el trabajo. Es responsabilidad propia y del empleador asegurar que cuenta con el equipamiento y la vestimenta apropiada para la tarea que va a realizar. El EPP específico que debe usar incluye lo siguiente:

- **Cascos** para evitar las lesiones en la cabeza y proteger del sol cuando se trabaja al aire libre. Al usar casco asegurar que las correas son lo suficientemente firmes como para que el casco no se caiga al bajar su cabeza. No pintar nunca su casco, limpiarlo con solventes ni aplicar autoadhesivos, ya que éstos debilitan el caso sin que se note.
- **Protección auditiva** para proteger la capacidad auditiva se deberá utilizar protección auditiva en todos los lugares designados e indicados. Asegurar que la protección auditiva entrega la protección adecuada en aquellos sitios donde se encuentran motores, bombas y herramientas neumáticas.
- **Antiparras** para proteger los ojos de los peligros generales del sitio. Usar antiparras es obligatorio en un sitio de perforación.

- **Protección respiratoria** ayuda a prevenir daño a los pulmones y a la garganta ocasionado por las partículas de polvo o gases peligrosos. Por lo general se utilizará una máscara para el polvo en el sitio, especialmente durante la recolección de muestras. Al realizar los lodos de perforación, definitivamente será necesario usar un respirador. La máscara de polvo y el respirador deben ser seleccionados cuidadosamente para cada tipo de peligro o el químico con el que se encontrará. Asegurar que se elige el correcto ya que utilizar el incorrecto puede ser tan dañino como no usar nada en lo absoluto.
- **Guantes** protegen las manos de las lesiones. Asegurar la utilización el tipo correcto de guante para la tarea que se realiza. Por ejemplo, los guantes de cuero protegen las manos de las chispas, calor moderado, golpes, astillas y objetos ásperos, mientras que los guantes de goma lo protegen de un amplio rango de químicos.
- **Zapatos de seguridad** en un sitio de sondaje protegerán los pies. Los zapatos de seguridad con punta de fierro deben ser utilizadas por todos en el sitio. Los zapatos deben estar en buenas condiciones. Deben ser de caña alta y con cordones, que entreguen buen apoyo al tobillo, y las costuras deben ser buenas (no gastadas).
- **Vestimenta de alta visibilidad y cinta reflectora** permite que otros trabajadores lo vean.
- **Vestimenta de algodón** es vestimenta protectora gruesa que protege el cuerpo de las lesiones. Su grosor ayuda a proteger contra el calor, las quemaduras y los derrames químicos.
- **Bloqueador solar** para protegerlo de los dañinos rayos del sol.

Una vez que se tengan todos los EPP, asegurar que:

- Sea compatible con otros implementos que esté utilizando.
- Mantener limpio y no compartir con otros.
- Ajustar apropiadamente al cuerpo.
- Es cómodo de utilizar.
- Es regularmente inspeccionado.



Figura 59

Se da prioridad principal a la seguridad en el sondaje. Será necesario observar y cumplir con las leyes mineras, reglamentos de perforación en profundidad y planificaciones operacionales de sondaje. Para asegurar su seguridad y la de los compañeros de labores, siga el consejo a continuación.

Organización del Sitio

- No operar el equipamiento bajo la influencia de fármacos, alcohol o medicamentos.
- Descansar bien y estar preparado para el trabajo.
- Asegurar que el diseño del sitio de perforación (de acuerdo con las instrucciones del sitio de trabajo) reduce la necesidad de manipular, mover o transportar innecesariamente las barras de perforación.
- Entregar el espacio suficiente para que el ayudante del perforador pueda retirar fácilmente la barra de perforación elevada desde la plataforma de perforación hacia el sitio de trabajo elegido.
- Asegurar que el área de trabajo esté segura, limpia, y libre de obstáculos y peligros.
- Construir una barraca o dosel de perforación construido expresamente para proteger al personal de la plataforma de las condiciones climáticas adversas.
- Entender el equipamiento que está operando. Leer el manual del fabricante y toda la documentación relacionada con el sitio de trabajo antes de comenzar a trabajar. Sólo los operadores autorizados y competentes deberán operar y mover las perforadoras.
- Seguir las instrucciones del fabricante y del sitio de trabajo.


- Realizar un Análisis de Seguridad en el Trabajo y una Evaluación de Riesgo antes de comenzar cualquier trabajo para asegurar que no se esté trabajando en un ambiente peligroso.
- Realizar una revisión de puntos antes de comenzar para identificar potenciales fallas de los componentes. Las revisiones pueden incluir la revisión de las cuerdas de tracción, equipo de elevación, herramientas para romper, seguridad, pasarelas, lugar de trabajo y refugios apropiados.
- Desplegar la señalética y las barreras de Salud y Seguridad Organizacional
- Desplegar la señalética de advertencia de ruidos y utilizar protección auditiva en las áreas designadas.
- Utilizar EPP apropiado, incluyendo un respirador o máscara en áreas donde la exposición al polvo o a las sustancias peligrosas es alto.
- Asegurar que las personas que trabajan cerca de la maquinaria rodante no utilizan vestimentas sueltas ni ropa de ejercicio suelta ni portan trapos para limpiar en ellos
- Amarrar el cabello hacia atrás cuando trabaje cerca de maquinaria giratoria
- Buscar ayuda, utilizar ayudas de elevación mecánica y las técnicas de manejo adecuado al mover equipamiento incómodo y pesado.
- Eliminar el doble manejo de barras de perforación cuando sea posible
- Mantener instalada la protección de seguridad y mantenerlas en buenas condiciones de trabajo.
- Asegurar que los pasamanos de seguridad y los arneses sean adecuados para la operación.
- Asegurar los sistemas de seguridad de la plataforma de perforación y que los dispositivos estén operando.

Operación de la perforadora

- Antes de mover una plataforma, asegurar que no pondrá en peligro a otras personas si lo hace.
- Considerar los peligros aéreos, especialmente las líneas de energía eléctrica y los árboles.
- Nunca mover una plataforma con el mástil elevado, excepto cuando mueva las posiciones de perforación a nivel, sobre suelo apto.
- No exceder la capacidad de velocidad de ninguna de las piezas del equipamiento o maquinaria.

- Nunca saltar hacia adentro o hacia afuera en ninguna de las partes de una plataforma de perforación. Se entregará un medio seguro para su acceso
- Utilizar siempre el correcto equipamiento de manejo del manipulador de barras.
- Al elevar/bajar los tubos, asegurar que el cable de elevación esté completamente tensado antes de liberar la mordaza y elevar suavemente para limitar el impulso de la tubería.
- Nunca adherir tubos, acoples o brocas a partes que se encuentren girando
- Nunca rotar las varillas de sondeo con una junta de tubos localizada detrás o sobre la mordaza.
- Al manipular varillas de sondeo: montando, desmontando o apilando, mantener las manos fuera de los extremos de diseño macho y hembra para evitar dañarse mediante pellizcos o cortes.
- Mantener despejado el equipamiento giratorio y los tubos. Nunca utilizar ropa suelta que pueda atascarse.
- Establecer un procedimiento para el retiro y acople seguro de las barras de perforación.
- Utilizar herramientas especialmente elaboradas para su propósito, no modificadas, para desmontar la rosca de los componentes de la barra de perforación.
- Asegurar que las barras estén en buenas condiciones y estén conectados apropiadamente.
- Asegurar que los peligros por presurización del orificio y los asuntos de bloqueo sean comprendidos y controlados.
- Entregar equipamiento de detección y procedimientos de seguridad si estuviera la posibilidad de encontrarse con gas.
- Utilizar siempre los repuestos y los accesorios especificados por el fabricante.
- No cambiar ni alterar ninguna pieza del equipamiento ya que esto podría hacerlo inseguro y disminuir su rendimiento.

Mientras se trabaje en el sitio se debe obedecer los símbolos y señaléticas de identificación de seguridad. Éstas incluyen:

Símbolo	Significado
	Este es el símbolo de alerta de seguridad. Se utiliza para alertar sobre potenciales peligros de lesión. Obedezca todos los mensajes que tienen este símbolo para evitar posibles lesiones y la muerte.





	PELIGRO indica una situación inminentemente peligrosa la cual, de no ser evitada, podría tener como resultado la muerte o alguna lesión grave.
	ADVERTENCIA indica una situación potencialmente peligrosa la cual, de no ser evitada, podría tener como resultado la muerte o alguna lesión grave.
	PRECAUCIÓN indica una situación potencialmente peligrosa la cual, de no ser evitada, podría tener como resultado una lesión menor a moderada.
	PRECAUCIÓN se utiliza sin el símbolo de alerta que indica una situación potencialmente peligrosa la cual, de no ser evitada, podría tener como resultado un daño a la propiedad.

Tabla 12

Equipos de seguridad

Se requiere que ciertos equipos de seguridad sean instalados en todas las perforadoras.

Aquí se incluyen:



Figura 60

- Los extintores.
- Botiquín de primeros auxilios/agente patógeno sanguíneo.
- Alarmas de respaldo.
- Codificación por colores.
- Protección de escalada con arnés de cuerpo completo.
- Motor de emergencia funcional con interruptor de parada de emergencia.

Peligros eléctricos

Introducción

- ¡La electricidad es peligrosa!
- ¡La electricidad es útil!

Compare las dos declaraciones anteriores y podrá darse cuenta que la electricidad, cuando es manejada de manera adecuada, es parte de nuestra vida. Aunque es extremadamente peligrosa, no podemos estar sin ella. Necesitamos entender qué efecto tendrá un golpe eléctrico en un cuerpo cuando entra en contacto con un conductor energizado. Éstas pueden incluir pero no se limitan a:

- Contracción muscular, causando que la víctima no pueda liberarse a sí misma.
- Quemaduras en el punto de contacto.
- Pérdida de conciencia y signos de shock.
- Falla cardíaca causada por el impulso de la sacudida alterando los latidos cardíacos.
- Muerte causada por falla respiratoria.

Efectos fisiológicos de la corriente eléctrica

Un concepto erróneo es que grandes voltajes son más peligrosos que los más pequeños. Sin embargo, esto no es tan así. El peligro a los seres vivos no viene de la diferencia del potencial, sino que de la corriente que fluye entre dos puntos.

El golpe eléctrico no es el único malestar causado por los accidentes eléctricos. El calor generado por los arcos eléctricos puede ser cercano a 3000 °C y tener la energía suficiente para derretir paneles de control de metal. Puede en realidad causar mucho dolor a las personas quemadas con el calor. En la generación de tal calor dentro de un espacio cerrado, las explosiones de aire caliente y vapor de metal pueden reventar tableros de control como fuegos artificiales. Puede imaginarse los efectos que tendría en una persona.

Los golpes eléctricos causados por el equipamiento eléctrico ocurren sin advertencia y a menudo son graves. El trabajador promedio se involucra frecuentemente en una situación eléctrica peligrosa al no darse cuenta que los voltajes que son tan bajos como 32 V CA y 114V CC pueden ser tan letales como los voltajes más altos.

Hay tres factores que determinan la gravedad del efecto fisiológico de la corriente en el cuerpo humano

- La cantidad de corriente eléctrica (CC, CA, forma de la onda, Frecuencia y Dirección del flujo de corriente).
- El camino que sigue la corriente (mano a mano, mano a pie, etc.) resistencia del cuerpo.
- La duración del golpe eléctrico (Mientras más tiempo se permita que fluya la corriente más grande será el efecto).

La siguiente tabla representa los efectos de una corriente eléctrica promedio que pasa a través del cuerpo humano.

Efectos de la corriente eléctrica	
Nivel de corriente (aprox.)	Efecto sobre el cuerpo humano
0 – 2 mA	Leve sensación de cosquilleo, apenas perceptible
2 – 8 mA	Sensación se vuelve más intensa y dolorosa
8 – 12 mA	El dolor aumenta y comienzan a ocurrir espasmos musculares
12 – 20 mA	Los músculos se tensan mientras la víctima pierde el control de los mismos. La víctima es incapaz de soltar el conductor
20 – 50 mA	Si la corriente pasa a través del pecho, los músculos que rodean los pulmones comienzan a ponerse tensos, dificultando o imposibilitando la respiración La disminución de oxígeno se transfiere a los capilares sanguíneos, produciendo que sangre con insuficiente oxígeno llegue al cerebro. Dicha situación produce desvanecimientos severos y daño cerebral después de tres minutos.
50 – 100 mA	Si la corriente pasa a través del corazón ocurrirá fibrilación ventricular, ocasionando baja circulación o detención completa de esta. Como la sangre es la encargada de transportar sangre al cerebro, la falta de sangre rica en oxígeno después de tres minutos puede causar daño cerebral.
100 – 200 mA	El corazón deja de latir, la circulación sanguínea se detiene.
Más de 200 mA	Quemaduras severas específicamente en la zona en contacto con la corriente eléctrica.

Figura 61

Otros efectos

Cuando la corriente eléctrica fluye en un circuito, puede causar un número de efectos. Algunos de ellos pueden ser útiles mientras que otros pueden ser dañinos. Los cuatro efectos de la corriente eléctrica son:

- Calor / luz.
- Magnetismo.
- Químico.
- Fisiológico.

En la industria eléctrica el uso principal de la corriente eléctrica es para producir:

- Calor.
- Campos magnéticos.

Breves descripciones de los efectos de la corriente eléctrica:

Efectos de calor de la corriente eléctrica

Cuando una corriente fluye en un cable, algo de la energía eléctrica se convierte en calor. La cantidad de calor generado depende de la resistencia del cable y la corriente que fluye.

Efectos útiles del calor de la corriente

El calor que se produce en un cable cuando la corriente fluye se usa en los calentadores eléctricos, sartenes, estufas, etc. Este efecto se logra al aumentar la resistencia del conductor que además aumenta la cantidad de calor que se produce.

Es posible también aumentar la resistencia de tal manera que el calor que se produce fluyendo a través de ese conductor proporciona luz. Una lámpara incandescente es un ejemplo de este efecto.

Efectos del calor no deseados

Dos ejemplos de efectos del calor peligrosos son los cables y conectores. Si los cables llevan una corriente máxima por un determinado periodo se vuelven calientes especialmente si están colocados muy juntos porque no hay espacio para que el calor escape. Al dejar un conductor enrollado, no permitirá que el calor salga. Esto daña la aislación y/o causa incendios.

Efectos magnéticos de una corriente eléctrica

Cuando un electrón se mueve, crea un campo magnético. Toda corriente eléctrica creará un campo magnético alrededor de su conductor. Esto se llama inducción electromagnética. El efecto magnético causado por una corriente eléctrica es quizás la más útil de todas.

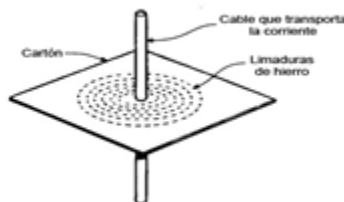


Figura 62

Campo magnético

Condiciones del circuito

Circuito cerrado

Un circuito cerrado, como se muestra en la Figura 97, es un circuito que incluye una fuente, una carga eléctrica y los conductores asociados conectados en un circuito cerrado para que la corriente fluya desde un terminal de la fuente, a través de la carga y de vuelta al otro terminal de la fuente. Si hubiera algún interruptor o aislador en el circuito, deberían estar cerrados.

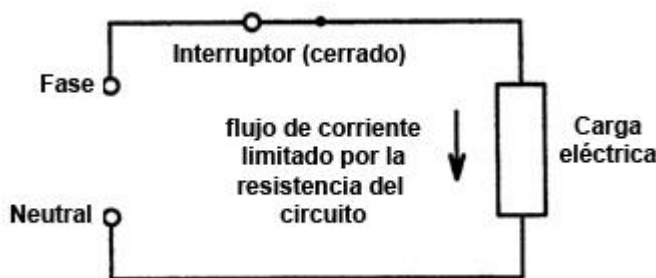


Figura 63

Circuito abierto

En un circuito abierto, la Figura muestra que no hay un camino de retorno hacia el “otro” terminal de la fuente para la corriente, es decir, es un circuito abierto. Esto puede ocurrir debido a un interruptor abierto, un cable cortado, o una carga eléctrica “quemada” o posiblemente sólo una terminación suelta.

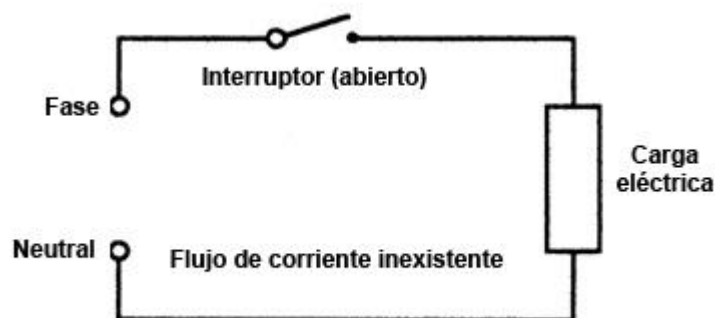


Figura 64

Corto circuito

En un corto circuito como se muestra en la Figura la corriente rodeará la carga y en muchos casos, se trata de una condición de falla.



Figura 65

Los efectos de un corto circuito

Las fallas de un corto circuito pueden causar un daño serio a los circuitos eléctricos/electrónicos. En una situación de corto circuito, existe una conexión directa o indirecta entre los conductores positivos y negativos en un circuito CC y una conexión directa o indirecta entre el conductor activo en un circuito CA y ya sea el conductor

neutro o la tierra. El resultado de dicha conexión es un flujo de corriente muy alta que da como resultado la generación de calor excesivo en el circuito eléctrico. Este calor puede causar que la aislación alrededor de los conductores se derrita y por ende la destrucción de los conductores. Los dispositivos de protección del circuito están diseñados para abrir el circuito muy rápidamente bajo estas condiciones. Existen dos dispositivos comúnmente usados para proteger en contra de corto circuitos: el fusible y el interruptor de circuito.

2.1. Técnicas de levante de cargas

Nociones básicas de levantamiento de carga

Las cargas pueden venir en formas y tamaño de todo tipo, y así también existen variadas formas de transportarlas. Pero si se cometen errores en los procesos de izajes de las mismas las consecuencias pueden ser letales.

A continuación presentaremos algunos de las consideraciones básicas que deben resguardarse al momento de realizar levantamiento de carga.

Técnicas de maniobras en izaje de cargas:

Estas técnicas y procedimientos en general se conocen como técnicas de rigger.

Pero ¿Qué significa rigger?

Rigger, es un vocablo inglés (adjetivo), que tiene su origen en el sustantivo RIG que significa aparejo; por cuanto su traducción literal es: APAREJADOR.

Las maniobras de rigger, implican levantar, trasladar y descargar cargas de un punto a otro o desde un nivel inferior a un nivel superior. Es importante señalar que estas maniobras de izaje y estrobamiento se realizan en diversas actividades productivas, tales como; mecánica industrial, construcción, montajes, entre otros.

Para el desarrollo de estas funciones es necesario que el ayudante:

- Posea y aplique conocimientos relacionados a las características de las cargas; pueda calcularlas y controlar los riesgos asociados.
- Posea los conocimientos de los distintos elementos de izaje, sus características y aplicaciones.
- Posea conocimientos de técnicas de maniobras, tales como; métodos de estrobamiento y condiciones especiales.
- Conozca, respete y aplique los estándares y procedimientos internos de las empresas.

¿Qué equipos se utilizan en las labores de izaje?



Figura 66

Grúas



Figura 67

Puentes Grúa.

¿Un plan de izaje?

Antes de realizar las maniobras de izaje, es necesario preparar un “plan de izaje”, éstos se recomienda sean preparados por, el operador de grúa, el supervisor, y personal de prevención de riesgos.

Estos planes den considerar:

- Análisis de características y riesgos de la carga.
- Análisis de características y riesgos del entorno.
- Inspección de los elementos de izaje.

Respecto de la carga a levantar:

“El Peso = Volumen x Peso Volumétrico del Material”

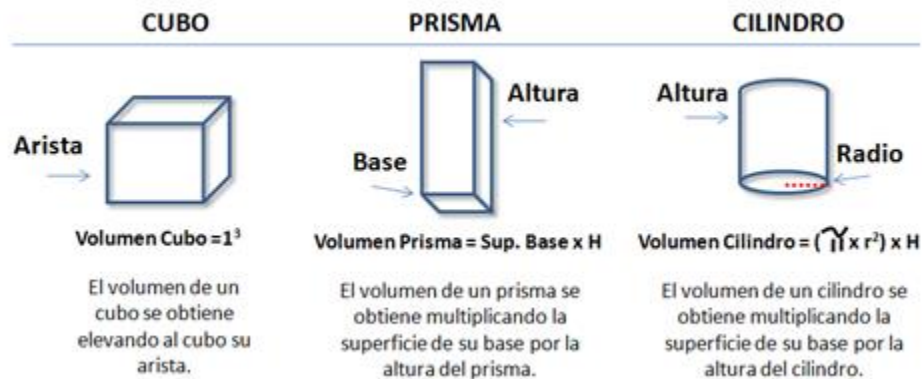


Figura 68

Sobre los elementos de izaje:

Encontramos clasificaciones que nos permiten conocer la capacidad de carga de los elementos de izajes; algunas de ellas son:

Carga de Ruptura, BS (Breaking Strength): Es la fuerza o el peso en kilogramos o libras a la cual el elemento sufre algún tipo de rotura, pierde sus propiedades o deja de sostener la carga

Carga Límite de Trabajo, WLL (Working Load Limit): Es la carga límite expresada en libras o toneladas, que el elemento en su configuración básica, puede sustentar verticalmente. Corresponde a la carga o fuerza máxima a la que el elemento debe trabajar.

Factor de Seguridad, SF (Safe Factor): Llamado el factor de diseño, es la razón entre la carga de rotura y la carga o fuerza de trabajo a la cual el elemento será sometido. El factor de seguridad o diseño, en la Norma USA ASME B 30-9 - 2003 es 5 y en la europea EN 1492-1 es 7.

Carga Segura de Trabajo, SWL (Safe Working Load): es la carga máxima a levantar recomendada por la fábrica, y que toma en cuenta la geometría del uso de la eslinga.

¿Cuáles son los principales elementos de izaje?

Cable de acero: El cable de acero es una máquina simple, que está compuesto de un conjunto de elementos que transmiten fuerzas, movimientos y energía entre dos puntos, de una manera predeterminada para lograr un fin deseado.

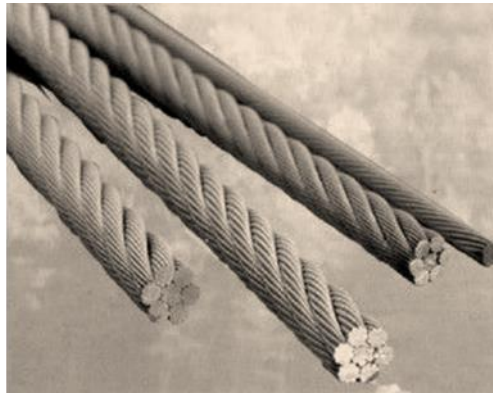


Figura 69

Eslingas: La eslinga o cincha es una herramienta de elevación. Es el elemento intermedio que permite enganchar una carga a un gancho de izado o de tracción. Estas pueden ser de acero, de tela, o de cadena, entre otros.



Figura 70

Grilletes: El **Grillete** es un elemento de elevación que se suele usar como pieza intermedia entre el gancho y la eslinga.



Figura 71

Ganchos: Los ganchos son accesorios de izaje o elementos componentes del sistema de elevación de cargas.

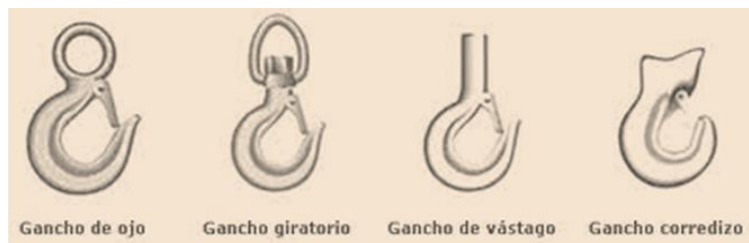


Figura 72

¿Qué es el estrobado?

El estrobado, es la operación que permite mediante el empleo de eslingas (de acero, de cadena o de tela), poder afianzar, amarrar o aparejar una carga para izarla, trasladarla o bajarla en forma correcta (con eficiencia y seguridad operacional).

Es así, como el ayudante debe saber aplicar el estrobo más conveniente para cada clase de carga, como también, donde y como aplicarlo. En la mayoría de los casos esto requiere que conozca los distintos estrobos disponibles y la operación para la que se destina cada uno de ellos.

Destacan entre estos:

- Axial Simple.
- Lazo Simple.
- Canasto Simple.

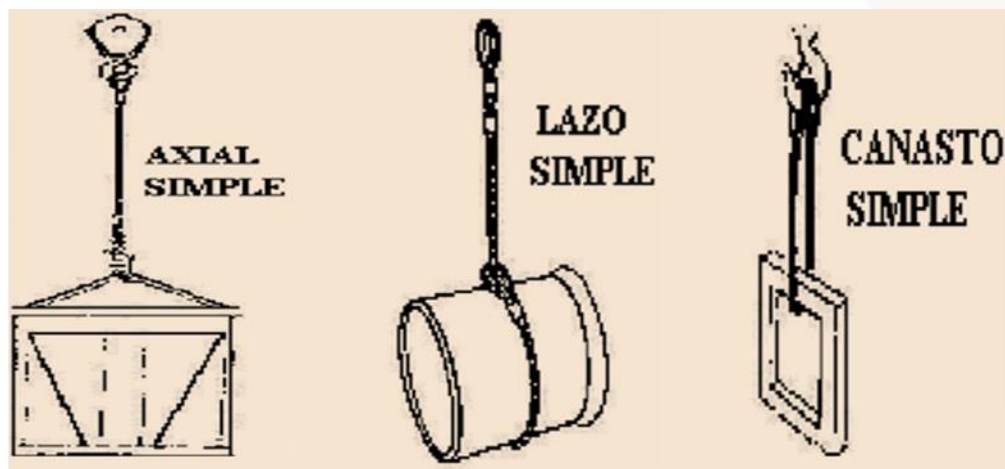
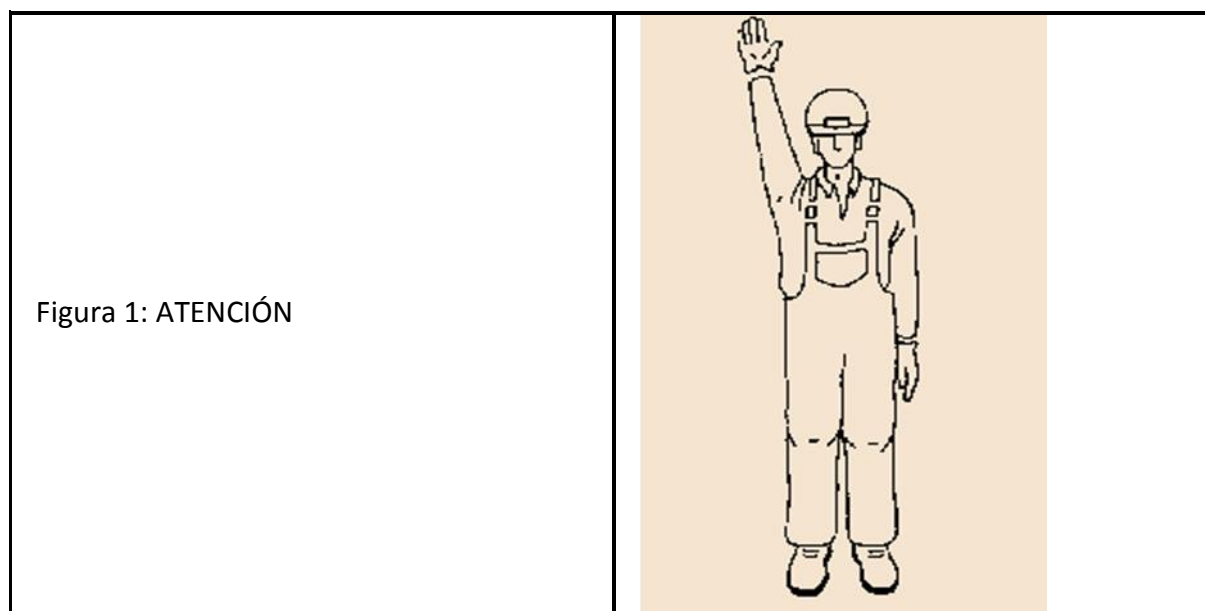


Figura 73

¿Cuáles son las principales señales para traslado y transporte con puente grúa?

A continuación se presentan, algunas de las principales señales utilizadas en maniobras de izaje con puente grúa.



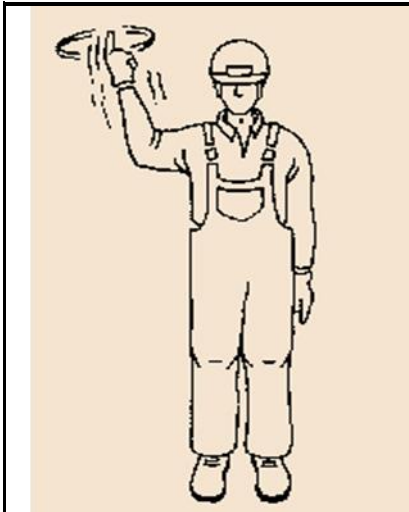


Figura 2: SUBIR

Figura 3: SUBIR LENTAMENTE

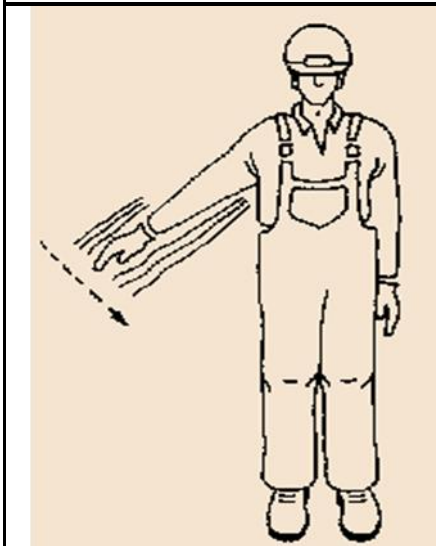


Figura 4: BAJAR

Figura 5: BAJAR LENTAMENTE

LENTO

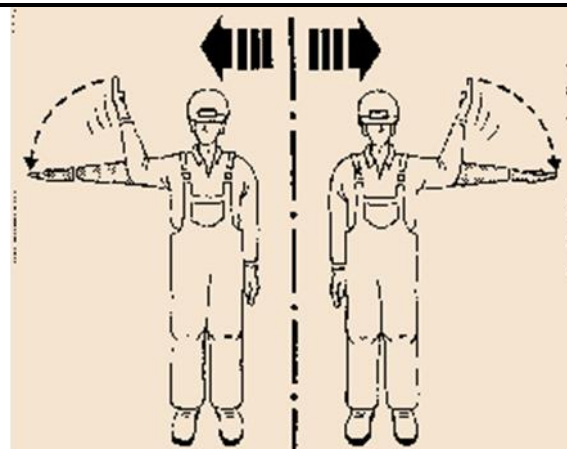
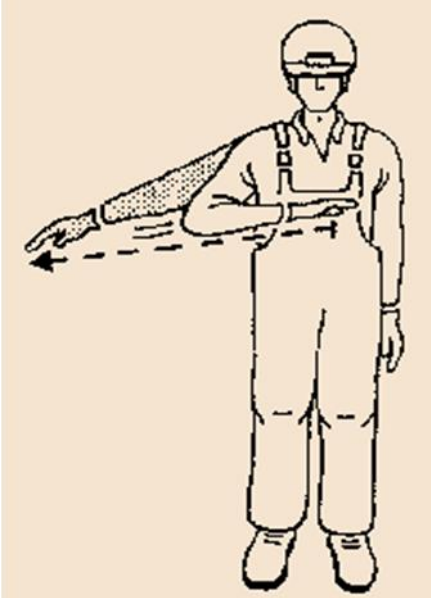
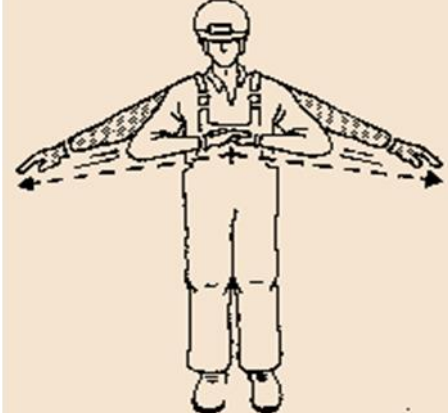
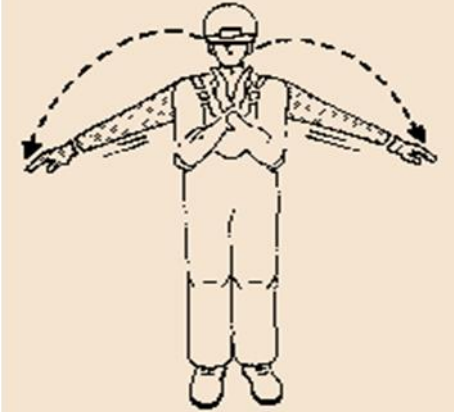


Figura 6: DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL

Figura 7: DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL LENTO



	<p>Figura 8: PARADA</p>
<p>Figura 9: PARADA URGENTE</p>	
	<p>Figura 10: FIN DE MANIOBRA</p>

Elevación manual

La elevación manual ocurre en una variedad de situaciones. Puede ser tan simple como el cambio de neumáticos de un vehículo, transporte de muestras de roca, manipulación de

barras de perforación, etc. Se debe considerar que este tipo de elevación debe ser descartado toda vez que sea posible. En todos los casos se entregará el equipamiento apropiado para reducir la cantidad de elevación requerida. Todos deben recibir la instrucción relacionada con los métodos correctos de alzamiento y el uso de las distintas herramientas para cada trabajo.

Evitar las lesiones en las manos—las lesiones por corte, moretones, y apretones en los dedos y manos pueden reducirse si se realiza lo siguiente:

- Utilizar correctamente las herramientas manuales.
- Utilizar las herramientas correctas para el trabajo.
- Mantener las herramientas manuales limpias y en buenas condiciones.
- Apilar los materiales en forma segura, particularmente los tubulares, que pueden rodar.
- Entregar y mantener la protección en la maquinaria móvil.
- Utilizar los guantes correctos que sean apropiados para el trabajo.
- Entregar áreas de trabajo limpias y despejadas y lugares de almacenamiento.
- Entregar las herramientas para la manipulación de barras o carcasas toda vez que sea posible.
- Utilizar los procedimientos correctos y buena coordinación al manipular brocas, barriles sacatestigos, barras de perforación, entre otros.

Cuando sea posible se deberán utilizar dispositivos para la manipulación mecánica. Estos pueden incluir:

- Herramientas para mover, elevar, y abrir los tambores de combustible.
- Barretas afiladas que actúan como palancas.
- Armazón de transporte para ayudar a una mejor postura.
- Tribunas y plataformas para apilar el equipamiento.
- Manipulación de tubos automática en las plataformas de perforación.

Debido a la variedad de materiales que se manipulan manualmente durante las actividades de exploración, no es posible entregar asesoría individual para cada tarea. Sin embargo, es importante que los principios generales comunes sean utilizados para reducir la incidencia de esguinces, torceduras y lesiones musculoesqueléticas generales producto de la manipulación manual.

Deben seguirse los siguientes principios generales al manipular plantas y equipamiento de perforación incómoda o pesada:

- Minimizar la fuerza empleada para subir y bajar elementos.
- Evitar la necesidad de movimientos de inclinación, torsión y estiramiento.
- Reducir los empujes, tirones, transportar y sostener.
- Solicitar a miembros de su equipo que lo ayuden.
- Utilizar ayuda mecánica.

Aspectos que deben considerarse al organizar el lugar de trabajo o sitio de perforación:

- Diseño del lugar de trabajo y ambiente general, incluyendo las condiciones del suelo.
- Tamaño, características de superficie, forma, estabilidad y peso de los objetos.
- Movimientos verticales y horizontales involucrados.
- Posturas de trabajo y requerimientos de espacio.

Para tareas mayores o trabajos continuos a largo plazo tales como el sondeo, es recomendable lo siguiente:

- Identificar las áreas de manipulación manual que probablemente sean riesgosas.
- Evaluar el riesgo de acuerdo con los procedimientos de evaluación de riesgo estándar que analizan todos los aspectos del trabajo.

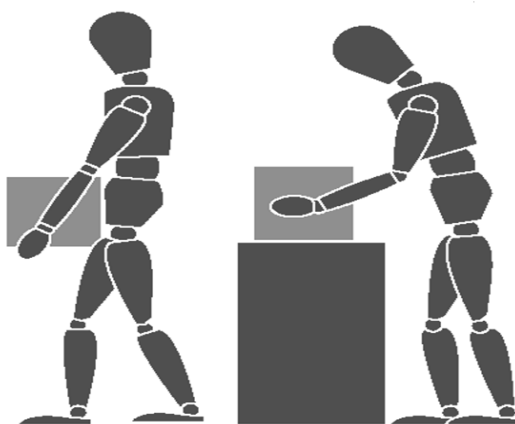


Figura 74

Viaje, carga y descarga

El transporte subterráneo, o movimiento de la perforadora, puede presentar peligros potenciales para un operador nuevo o incauto y debe realizarse siempre con precaución. Para el transporte seguro de cualquier tipo de perforadora se deberá:

- Conocer todas las dimensiones y pesos del equipamiento, especialmente el despeje aéreo (!). Permitir que el mástil sobresalga cuando se aproxime a las esquinas, a otros vehículos o estructuras. Estar consciente de la estación de servicio y toldos de alojamiento, a menudo están a una altura demasiado baja para el despeje del mástil. Tener cuidado con las líneas eléctricas que cuelgan a baja altura, especialmente en las entradas de los sitios comerciales y los de trabajo.
- Asegurar que el vehículo nunca sea operado a menos que esté en buenas condiciones. Realizar una inspección exhaustiva, si es necesario, antes del viaje.
- Nunca operar la unidad a menos que los frenos estén en buenas condiciones de trabajo. Realizar una inspección exhaustiva antes del viaje. NOTA: La inspección de frenos de aire y ajuste solo puede ser realizada por personal que haya completado la capacitación y haya recibido una certificación para inspección y ajuste de frenos de aire.
- Detenerse periódicamente en la ruta para inspeccionar el camión y la carga
- Ser precavido al viajar en la ladera del cerro. Estime conservadoramente la capacidad de la ladera del cerro para incluir al perforador y las cargas. Cuando sea posible viaje directamente hacia arriba o hacia abajo del cerro
- Retirar las llaves del camión y acuñe las ruedas cuando el vehículo quede sin vigilancia o se le esté realizando mantenimiento.
- Al cargar o descargar el perforador, utilizar rampas con el diseño adecuado para transportar el peso. Siempre cargar o descargar sobre superficies regulares.
- Pedir ayuda a alguien en superficie de suelo para que lo oriente durante la carga, descarga, y retroceso. Mantener la vista sobre su avistador en todo momento.
- Asegurar todas las herramientas y equipamiento antes de viajar. Asegurar el mástil apropiadamente al resto. Nunca sobre-tensionar la línea de carga, ya que podría dañarse.
- Asegurarse de bajar el mástil y que sea asegurado antes de viajar cualquier distancia.
- Revisar la estabilidad del suelo por el que se intenta viajar. Al viajar fuera del camino, primero inspeccionar visualmente la ruta de viaje observando las depresiones, muñones, barrancos, atolladeros y otros obstáculos. Esto es particularmente importante al trabajar sobre pendientes pronunciadas o cerca de la cara de un banco.

- No conducir sobre suelo áspero.
- Ver y escuchar en caso que haya caída de rocas al viajar cerca de bancos o caras altas.
- Inspeccionar el tren de conducción en busca de pernos, estructuras, ejes y montajes sueltos o dañados después de cada turno.
- Sólo personal apropiadamente calificado deberá conducir la perforadora
- Las cargas de barras sobre al menos tres travesaños y atados con cadenas o correas apropiadas en los extremos de los travesaños. Para barras largas, se agregará una cadena adicional en el medio.
- Entregar siempre protección apropiada para los extremos roscados cuando éstos sean transportados.

Ajuste y estabilización de los racks (si es necesario)

Muchos equipos de perforación no utilizan rack de barras porque mantienen sus barras sobre el camión de barras. Sin embargo, es importante que sepa cómo utilizar un rack de barras en caso que se encuentre en un sitio que los utilice. Una pila de barras puede pesar alrededor de 800 kg, de modo que un rack inestable representa una amenaza real para su seguridad.

Ajuste

El rack de barras está compuesto normalmente por la combinación de dos atriles. Los atriles están conformados por dos estructuras en A y un travesaño horizontal. Las estructuras en A sostendrán normalmente uno o dos soportes de tubo interno, por lo general ubicados en el extremo más cercano al atril del perforador.

Es importante que el rack esté ubicado en relación con el perforador de forma tal que permita que sea removido en forma segura y conveniente además desde la barra de perforación.

¿Cuándo y cómo las ajusta?

Paso 1: Posicionar el primer atril lo suficientemente cerca del perforador para permitir espacio peatonal (aproximadamente un cuarto de la longitud de una barra de perforación). Revisar el nivel del suelo.

Paso 2: Revisar si el atril está estable.

Si el atril no está estable, mover un poco hacia donde el suelo esté más nivelado o poner tabloncillos bajo los pies. Una vez que lo haya hecho, Revisar nuevamente para ver si el atril está estable.

Paso 3: Posicionar el segundo atril de modo que los travesaños estén paralelos y las estructuras estén en línea con el primer atril, a una distancia aproximada de media barra de largo. Asegurar que este atril también esté estable y nivelado. Colocar tabloncillos bajo los pies si fuera necesario.

Si están demasiado juntos o demasiado separados, no se distribuye igualitariamente el peso de la pila de barras. Cuando los atriles están demasiado separados, el peso de las barras puede hacer que se caigan en un extremo y que se caigan entre los dos atriles. Cuando los atriles están demasiado juntos, nuevamente el peso de las barras puede hacer que se incline el peso hacia un extremo y que se caiga todo.

Estabilización

Si un rack está inestable o se vuelve inestable mientras está bajo peso, se deben tomar las medidas inmediatas para proporcionar estabilidad temporal, antes de remover las barras hacia un vehículo de apoyo y estabilizar nuevamente los racks.

Se debe buscar algo que pueda utilizar temporalmente para estabilizar el rack en forma segura. Todo lo que tenga a mano que pueda entregar estabilidad hasta que pueda despejar los racks será apropiado. Si hay algún espacio vacío, utilizar un trozo o dos de madera o algo similar para cubrirlo.

Y no olvidar la seguridad (!). No pararse en el lado de apoyo si puede estabilizar el rack desde otra parte.

Si algo apropiado no se encuentra a mano, reforzar los atriles o barras. Un tablero atascado contra la esquina de la estructura A podría ser suficiente. O si el rack está peligrosamente inestable, puede estacionar algún vehículo de apoyo en forma paralela a las barras y luego apoyar los tableros o barras en forma vertical entre el lado débil de la pila y el camión para evitar que la pila se vuelque.

Seguridad y revisiones generales

Si el rack se ve demasiado inestable como para quedar en posición vertical en forma segura en el lado débil, se debe comenzar a remover las barras hacia el vehículo de apoyo en el lado seguro con el fin de minimizar el peso en el rack hasta que éste sea manejable. Comience a estabilizar solo si es seguro hacerlo.

Si el rack ha quedado vacío y no hay mucho peso en él, Asegurar que los atriles están estables, ya que si hay demasiado peso los atriles pueden desplazarse fácilmente.

Mientras tenga en mente la propia seguridad y la del resto de los trabajadores, se podrá utilizar todo lo que tenga a mano para asegurar la estabilización inmediata de un rack inestable.

Se debe pensar en dónde pueden estar localizados los puntos débiles y la razón que eso suceda. Considerar la integridad estructural de su solución.

2.2. Coordinaciones previas al inicio de la actividad

Instrucciones de trabajo, cambio de turno y requerimientos de coordinación

Al iniciar una nueva tarea de trabajo se le solicitará obtener instrucciones de trabajo (SOPs), mapa de perforación, cualquier tipo de permiso y formulario de consentimiento, hojas de datos de seguridad de materiales (MSDS) y todos los documentos de identificación de riesgos. Estos documentos le ayudarán a realizar su trabajo en forma segura y apropiada.

Estos documentos identificarán la ubicación del trabajo de perforación y son extremadamente importantes para determinar la naturaleza de todos los servicios instalados, peligros u obstáculos que puedan verse afectados o que afecten a la operación de sondaje. Al revisar sus instrucciones de trabajo, inspeccionar su sitio de trabajo y Asegurar que se haya obtenido los permisos y consentimientos necesarios; de esta manera se estará asegurando que el trabajo que está por comenzar se realizará en forma segura.

Sin embargo, deberá contar siempre con un plan de contingencia que considere eventos futuros o circunstancias posibles e inesperadas. Los planes de contingencia pueden ser de gran ayuda y eventualmente podrían evitar la pérdida de productividad y por lo tanto la pérdida de ingreso. Podría encontrarse con diversas situaciones como la rotura de maquinaria o cambios en las condiciones geológicas. Es importante evaluar las situaciones individualmente y efectuar alteraciones a su plan de trabajo si fuera necesario. La comunicación con su supervisor es particularmente importante en estas circunstancias.

Un plan de contingencia podría utilizar diversos recursos tales como, procedimientos de trabajo, área de trabajo alternativo, o recursos de reemplazo.

Cada contingencia debe especificar:

SUPUESTO	PARÁMETROS BASE PARA LA PLANIFICACIÓN
Desencadena	Indicación de falla
Notificación	¿A quién se da aviso?
Asignación de Recursos	¿Quién lo realiza?
Procedimientos	Inspección a pie
Duración	¿Durante cuánto tiempo?
Monitoreo	Ver cómo avanza

Tabla 13

Procedimiento de Operación Estándar

Los Procedimientos de Operación Estándar (SOPs) son instrucciones paso a paso para realizar tareas y actividades específicas. Se trata de instrucciones por escrito que documentan una rutina o actividad repetitiva, la cual es seguida por la organización. Estas instrucciones entregan a los trabajadores la información necesaria para realizar su trabajo en forma segura. Los procedimientos SOPs son herramientas valiosas de trabajo que se utilizan para asegurar que el trabajo se realiza en forma consistente y a un alto estándar, y pueden describir la forma cómo se utiliza el equipamiento o cómo se realizan las mediciones. También se les conoce como protocolos de trabajo, instrucciones de trabajo, y hojas de trabajo.

Las ventajas de los procedimientos SOPs son las siguientes:

Entregar a los trabajadores instrucciones paso a paso sobre procedimientos específicos (o el procedimiento para llevar a cabo un método) con una variabilidad mínima.

Asegurar que los procedimientos se están realizando en forma consistente y que cumplen con los reglamentos gubernamentales y las políticas del sitio de trabajo.

Proteger la salud y seguridad de los trabajadores haciendo posible que los trabajos se realicen en la forma más segura posible.

Asegurar que toda la información relativa a la salud, seguridad, medio ambiente y operacional esté disponible para realizar procedimientos específicos con un impacto mínimo.

Incentivar mejoras y evaluación de trabajo al asegurar que los procedimientos hayan sido completados y puedan ser utilizados en investigaciones por accidentes para mejorar las operaciones y las prácticas de seguridad.

Cambio de Turno

Muchos de los equipamientos y maquinaria minera están en constante movimiento y requieren de una comunicación clara y precisa entre los trabajadores para asegurar su uso seguro. Todos los trabajadores del sitio deben ser instruidos acerca de lo que se realizará en su turno. Esta instrucción debe ocurrir con anterioridad al inicio de un nuevo turno y al término de un turno, con el propósito de pasar la información de un turno a otro. Los cambios de turno involucran una comunicación formal y consistente entre los operadores de entrada y de salida. Un cambio de turno efectivo permite que el equipamiento y la maquinaria continúen moviéndose suavemente, incentivando la producción alta y consistente. La mala comunicación o los malos entendidos entre los turnos pueden llevar a la pérdida de producción, daño a la maquinaria, alguna lesión seria e incluso la pérdida de vida.

Los cambios efectivos de turno requieren de comunicación cara a cara, siguiendo un procedimiento estándar que debe ser apoyado por documentación escrita. Todas las partes tendrán la responsabilidad de asegurar una comunicación precisa, utilizando tanto medios verbales como escritos. Se deben utilizar hojas de datos para cambios de turno estructuradas con preguntas y/o listas de revisión específica sobre los puntos que deben cubrirse para asegurar la inclusión de todas las áreas. Las reuniones de cambio de turno deben incluir:

- Notificaciones sobre peligros de seguridad, problemas y controles identificados en el sitio de trabajo.
- Rendimiento del turno anterior.
- Todas las dificultades que los turnos anteriores hayan encontrado incluyendo la ubicación del perforador y las fallas en el equipamiento.
- Todas las preocupaciones ambientales.
- Rendimiento operacional del equipamiento.
- Equipamiento adicional requerido.
- Resultados de las tareas.

Las instrucciones de cambio de turno son importantes para ayudar a coordinar las actividades con otros previo al inicio y durante el programa de trabajo. También aseguran que las áreas no tengan impacto sobre los programas de trabajo de cada uno.

Son importantes porque entregan información correcta relacionada con el turno y para que el operador que ingresa esté consciente de los asuntos operacionales, de seguridad, medio ambiente o de equipamiento que pueda afectar su trabajo.

CONSEJOS PARA CAMBIAR TURNOS	
Personal de salida—es responsable de asegurar que el personal de entrada entiende los procesos y sistemas antes de abandonar el lugar de trabajo.	
Se requiere cuidado al explicar los detalles del cambio de turno.	
Personal de entrada – es responsable de asegurar que puede efectuar acciones y que comprende las tareas antes de permitir que el personal de salida abandone el lugar de trabajo.	
El personal que regresa de un descanso largo requiere de una entrega más exhaustiva.	
Permitir el tiempo suficiente para la entrega.	
Realizar la entrega cara a cara.	
Eliminar la distracción.	
Asegurar que la persona que realiza la entrega proporcione una vista general del contenido de la entrega.	
Resumir la entrega al término de la sesión.	
Asegurar que se realiza una retroalimentación con el fin de buscar clarificación y confirmación.	

Tabla 14

La Figura más adelante es una muestra de un formulario de cambio de turno que detalla la información que normalmente se requeriría para completar el trabajo en forma segura y eficiente:

- Ubicación del sitio de perforación.
- Fecha del trabajo de perforación.

- Condiciones del suelo.
- Profundidad requerida para el pozo.
- Tipo y condición del equipamiento de perforación y herramientas requeridas.
- Área de comentarios para que la información sea comunicada a otros.
- Servicio de equipamiento y detalles de mantenimiento.
- Detalles del equipo o del trabajador.
- Detalles de muestra.

Formulario de Cambio de Turno		FECHA 10/09/04
PERFORADOR Unidad D8		UBICACIÓN Kundara
PROFUNDIDAD DEL ORIFICIO	221.1	
CONDICIONES DEL SUELO	Muy duro	
SE ATASCA A UNA PROFUNDIDAD DE	4,9 metros	
TESTIGOS EN EL BARRIL	Ninguno	
COMBUSTIBLE	Lleno al término del turno	
SERVICIO	Servido al término del turno	
BROCA	Tipo Nº 14	Metros 60 – Desgaste
COMENTARIOS	Barril quebrado pero no se ha revisado y la broca no ha sido cambiada. El sumidero está bajo y es necesario agregar más flujo de perforación. Las mandíbulas de la abrazadera de la barra están resbalosas. Las barras están afuera.	
EQUIPAMIENTO REQUERIDO	Nº 14 saca testigos Bandejas y marcadores de testigos Lodo de perforación Levantadores de testigo y carcasas GP y grasa para barras Mandíbulas de abrazadera de la barra Trapos de limpieza	
FIRMA	Perforador Joe	

Figura 75

Hoja de Datos de Seguridad de los Materiales (MSDS)

Es muy importante responder a las emergencias en forma rápida. Los primeros 10 a 15 segundos luego de estar expuesto a una sustancia peligrosa, especialmente una sustancia corrosiva, son críticos. La demora en el tratamiento, incluso si se trata solo de unos pocos segundos, puede ocasionar lesiones graves y daños permanentes. Refiérase a las hojas de datos de seguridad de los materiales (MSDS) para obtener información sobre los efectos corrosivos de los químicos.

Una MSDS es un documento que contiene información importante sobre químicos peligrosos. Se utiliza para asegurar que los químicos están siendo utilizados de acuerdo a las instrucciones y especificaciones del fabricante. Su propósito es gestionar el uso seguro de químicos y reducir todos los posibles riesgos y/o peligros asociados.

La MSDS debe incluir:

- El nombre del producto de la sustancia peligrosa.
- Nombre químico y genérico de ciertos ingredientes.
- Propiedades químicas y físicas de la sustancia peligrosa.
- Información sobre el peligro para la salud.
- Precauciones para el uso y la manipulación segura.
- Nombre del fabricante o importador, dirección y número telefónico en Chile
- Procedimientos de emergencia.
- Información sobre el transporte, almacenamiento y aplicación.

La MSDS enumera todos los detalles de seguridad pertinentes que puedan afectar:

- Al usuario.
- A futuros procesos.
- A los propios materiales.
- A otros bienes, sustancias o materiales con los que los materiales en referencia puedan entrar en contacto.
- Equipamiento y maquinaria.

Ejemplo de Hoja de Datos de Seguridad de los Materiales

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE LOS MATERIALES				
SECCIÓN 1 – IDENTIFICACIÓN Y USO DEL PRODUCTO				
IDENTIFICADOR DEL PRODUCTO			NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO	
USO DEL PRODUCTO				
NOMBRE DEL FABRICANTE		NOMBRE DEL PROVEEDOR		
DIRECCIÓN, CALLE		DIRECCIÓN, CALLE		
CIUDAD	PROVINCIA	CIUDAD	PROVINCIA	
CÓDIGO POSTAL	N° TELEF. EMERGENCIA	CÓDIGO POSTAL	N° TELEF. EMERGENCIA	
SECCIÓN 2 – INGREDIENTES PELIGROSOS				
INGREDIENTES PELIGROSOS	%	NÚMERO DE ...	XXX	XXX
SECCIÓN 3 – DATOS FÍSICOS				
ESTADO FÍSICO	OLOR Y APARIENCIA			UMBRAL DE OLOR
PRESIÓN DEL VAPOR XXX	DENSIDAD DEL VAPOR XXX	VELOCIDAD DE EVAPORACIÓN	PUNTO DE EVAPORACIÓN	PUNTO DE SOLDADURA XXX
P _H	GRAVEDAD ESPECÍFICA	XXX		
SECCIÓN 4 – DATOS DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN				
INFLAMABILIDAD SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> XXX				
MEDIO DE EXTINCIÓN				
PUNTO DE INFLAMABILIDAD (°C) Y FORMA	LÍMITE DE INFLAMACIÓN MÁXIMO (BY VOLUME)	LOAD FLAMMABLE LIMIT (BY VOLUME)		
TEMPERATURA DE AUTOINFLAMACIÓN (°C)	PRODUCTOS DE COMBUSTIÓN PELIGROSA			
DATOS DE EXPLOSIÓN SENSIBILIDAD AL IMPACTO		SENSIBILIDAD A DESCARGA ESTÁTICA		
SECCIÓN 5 – DATOS DE REACTIVIDAD				
ESTABILIDAD QUÍMICA SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> XXX				
INCOMPATIBILIDAD CON OTRAS SUSTANCIAS SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Si es sí, cuáles				
REACTIVIDAD Y BAJO QUÉ CONDICIONES				
PRODUCTO DE DESCOMPOSICIÓN PELIGROSA				

Figura 76

Preparación del sitio de perforación

Una vez que el sitio ya ha sido seleccionado, los científicos estudian el área para determinar sus limitaciones y realizar estudios de impacto ambiental si fuera necesario. Ya terminado el estudio, los contratistas se trasladan con el equipamiento para preparar la ubicación. Si fuera necesario, el sitio será despejado y nivelado. La mayoría de los sitios requieren algo de preparación antes de instalar la perforadora. En terreno accidentado, los equipos deberán excavar en una ladera para preparar una perforadora. Las

perforadoras deberán instalarse siempre sobre suelo estable y nivelado. Cuando no sea posible realizar una excavación, deberá construirse una base para nivelar la perforadora.

Al preparar la perforación deberá asegurarse de hay disponibilidad de personal adecuado, incluyendo a geólogos. También se le pedirá que seleccione y utilice el EPP correcto y prepare y organice los recursos necesarios, tales como:



Figura 77

- Brocas.
- Barras y carcasas.
- Químicos y combustibles.
- Repuestos, por ejemplo, mecánicos.
- Equipos de comunicación (radio, bidireccional, celulares).

Los trabajos de perforación pueden presentar peligros potenciales debido a la variedad de perforadoras y equipamiento auxiliar que se utiliza en áreas difíciles o accidentadas y las condiciones nuevas o cambiantes. Por lo tanto, es de gran importancia contar con buenos sistemas y procesos, además de monitorear y evaluar continuamente su lugar de trabajo. Un plan de acción de seguridad puede ser de gran ayuda para registrar problemas y ayudarlo con el seguimiento.

Plan de Acción de Seguridad				
Fecha del problema o peligro de seguridad	Acción requerida	Persona responsable	Fecha en que debe completarse la acción	Fecha de revisión y comentario
Prioridad Alta				
- / - / -				
Prioridad Media				
- / - / -				
Prioridad Baja				
- / - / -				

Figura 78

Ejemplo–Plan de Acción de Seguridad

El personal deberá nivelar el sitio y despejarlo de obstáculos y materiales potencialmente combustibles. La plataforma de perforación (o área de perforación) debe ser lo suficientemente grande como para que las cuadrillas puedan operar cada componente en forma segura durante la operación de perforación.

Los principales peligros del sondaje de superficie están asociados con las siguientes cuatro áreas críticas



- Caminos apropiados para vehículos y máquinas.
- Acceso claramente demarcado.
- Espacio de trabajo apropiado.
- Buena visibilidad.
- Zona de trabajo demarcada.



- Identificar las líneas eléctricas aéreas / servicios subterráneos.
- Sitio de perforación libre de peligros naturales.
- Rutas de salida de emergencia.
- Sitio de perforación nivelado y estable.



- Ajuste.
- Acceso.
- Inspección y mantenimiento.
- Mástil y elevación.
- Manipulación de la barra de perforación.



- Presión (válvulas de alivio de presión, mangueras hidráulicas, mangueras de presión, etc.). Eléctrico (cables, herramientas, fittings)
- Partes peligrosas (seguridad, fuentes de ignición, químicos).

Inspección pre-operacional

Una inspección visual pre-operacional esencial para revisar que el equipamiento esté en buenas condiciones operativas. Inspeccionar visualmente el sitio de perforación, observando todos los servicios, peligros, obstáculos y otros artículos relevantes para el trabajo. El equipamiento que va a operar debe estar en orden seguro para trabajar y debe estar listo para la operación. Se debe Asegurar que todo el equipamiento asociado al proceso esté en orden y que no exista ningún peligro.

Las inspecciones pre-operacionales y los procedimientos de inicio aseguran el manejo secuencial de la operación minera. Las herramientas pre-operacionales son esenciales en la industria y han sido desarrolladas para mantener a los trabajadores seguros y en las tareas. Es responsabilidad del equipo completo asegurar que se realizan listas de verificación. Notar que las listas de verificación y los procedimientos variarán según la empresa y las diferentes tareas. Se deberá familiarizar con la documentación e información requerida. Se debe recordar siempre que se es el responsable de la propia seguridad y la de los miembros del equipo (!)

Lista de inspección pre-operacional – Preparación para la perforación

LISTA DE INSPECCIÓN PRE-OPERACIONAL – Preparación para la perforación	Sí	No	Comentarios
SEGURIDAD GENERAL			
Botiquín de primeros auxilios – Asegurar que los artículos están en conformidad con la lista de contenido			
Extintores – En su lugar y fácilmente accesibles			
Señalética de seguridad – claramente visible y en las áreas requeridas			
Barreras de seguridad – en las áreas requeridas, demarcando efectivamente las áreas peligrosas			
Etiquetas de peligro y seguridad			
PREPARACIÓN PARA LA PERFORACIÓN			
Realizar análisis de riesgos			
EPP – limpio, apropiado para la tarea, y en buenas condiciones operacionales.			
Diseño general y acceso seguro – área de trabajo adecuada y despejada			
Inspeccionar el sitio de perforación – observando los servicios, peligros, obstáculos u otros artículos relevantes para el trabajo			
Plataformas de trabajo libres de obstrucción y libres de aceite, grasa o lodo de perforación			
Equipamiento en buenas condiciones operacionales			
Seguridad funcionando – en el área de todas las máquinas rotatorias			
Revisar que todos los modos de comunicación estén en buenas condiciones operativas			
Los peligros han sido demarcados en forma efectiva			
Las barreras han sido colocadas alrededor del sitio en caso de ser requerido			
Consultar mapas específicos del sitio			
Químicos almacenados de acuerdo con la reglamentación de seguridad y los procedimientos de la empresa – Lodo de			

perforación y aditivos			
Tubos y carcasas –apiladas establemente / apoyados			
Brocas almacenadas en forma correcta y segura			
Revisión de las condiciones de suelo			

Tabla 15

2.3. Preparación del área de perforación

Inspección pre-operacionales

Las revisiones pre-operacionales son listas de verificación que se utilizan para asegurar que el sitio es seguro para trabajar. Éstas incluyen una inspección visual para asegurar que el equipamiento esté en buenas condiciones operacionales. Inspeccionar visualmente el sitio y el equipamiento de perforación, observando los peligros, obstáculos u otros artículos relevantes para su seguridad y su trabajo.

Las inspecciones pre-operacionales aseguran la manipulación secuencial de la operación de perforación. Las herramientas pre-operacionales son esenciales en la industria y han sido desarrolladas para mantener a los trabajadores seguros y en las tareas. Es responsabilidad del equipo completo asegurar que las listas de verificación hayan sido ejecutadas al comienzo de cada turno. Las listas de verificación y procedimientos varían de empresa en empresa y de tarea en tarea. Es imperativo que familiarizarse con la documentación e información requerida para los sitios de trabajo. Se debe recordar siempre que se es el responsable de la propia seguridad y la de los miembros del equipo (!)

Antes de iniciar la máquina, el operador debe completar una inspección visual diaria para asegurar la seguridad operacional de las máquinas. La inspección diaria/visual del turno identificará cualquier falla o componente dañado. Como parte de esta inspección visual diaria, se deberá revisar todos los controles de equipamiento y asegurar que la máquina responde correctamente.

Antes de moverse al sitio de perforación se deberá realizar un despeje y nivelación adecuada. Revisar la estabilidad del sitio, obstrucciones aéreas tales como las líneas eléctricas o ramas de árboles, y asegurar que se ha realizado el despeje de las instalaciones subterráneas.

Antes de elevar el mástil, el perforador deberá estar estabilizado con gato con palanca. El perforador deberá ser nivelado si se asienta después del ajuste inicial.

Antes de encender la perforadora, realizar una inspección pre-operacional de fluidos, mangueras, y condiciones generales de seguridad. Todo el personal deberá ser instruido

en cuanto a “mantenerse alejado” de la plataforma y mantenerse a la vista de los operadores en el momento inmediatamente previo al encendido del motor. Asegurar que todas las cajas de implementos estén en neutro y que las palancas hidráulicas no estén en posición de funcionamiento. Encender el motor de acuerdo con las pautas del fabricante.

Las inspecciones también incluyen la revisión de las cuerdas de tracción, equipos de levantamiento, herramientas de desconexión, seguridad, pasarelas y refugio adecuando en el lugar de trabajo.

En las siguientes páginas se presenta un listado con las inspecciones pre-operacionales esenciales que deben ser realizadas antes de operar una plataforma de perforación.

Una copia de muestra de una inspección pre-operacional se incluye aquí a la derecha.

Lista de verificación básica pre-inicial para perforación

Seguridad general

- ☒ Botiquín de primeros auxilios.
- ☒ Extintores.
- ☒ Señalética de seguridad.
- ☒ Etiquetas de peligro y seguridad.

Plataforma de perforación y ajuste general

- ☒ Diseño general y acceso seguro.
- ☒ Combustible almacenado en forma segura.
- ☒ Estabilidad de la parrilla de tubos.
- ☒ Tubos y carcasas apilados en forma ordenada.
- ☒ Escalones y escaleras.
- ☒ Peligros escuchados.
- ☒ Peligro de caídas.
- ☒ Estabilidad de los cimientos de la plataforma.

Marco del mástil y de la perforadora

- ☒ Protecciones.
- ☒ Plataformas.
- ☒ Pivotes y cerrojos.
- ☒ Condición de la estructura.

Equipo de elevación y de control de barra

- ☒ Cable de elevación & anclaje.
- ☒ Marcos de elevación.

Sistema de impulso y poder

☒ Líneas de combustible.

☒ Fugas de fluidos.

Sitio de Trabajo

- Primero inspeccionar visualmente el área de trabajo, observando las depresiones, barrancos, atolladeros y otros obstáculos.
- Realizar un análisis de seguridad en el trabajo / o análisis de riesgo para identificar los riesgos y peligros potenciales.
- Comprender cuál es la mejor forma para hacer el trabajo.
- Seguir los procedimientos del lugar de trabajo y de las MSDSs.
- Despejar de obstáculos el sitio de trabajo.
- Revisar y comprender la información sobre trabajo seguro entregada por el fabricante del equipo.
- Comunicarse con los compañeros de faena.
- Usar EPP adecuado.
- Revisar los sistemas de comunicación para buenas condiciones de trabajo (es decir, radios bidireccionales).

Seguridad General

- **Botiquín de Primeros Auxilios**
Sobre la tapa dentro del botiquín de primeros auxilios debe haber una lista de contenidos. Revisar los artículos contra el listado.
- **Extintores**
Revisar que los dispositivos estén “en verde”. Tomar el extintor de polvo químico seco (rojo con una banda blanca) y retírelo de su estructura de montaje. Ponerlo hacia abajo para Asegurar que el polvo no se ha asentado y montarlo nuevamente en su estructura. Los extintores de espuma son rojos con una banda azul.
- **Señalética de seguridad**
Revisar que todas las señaléticas de seguridad estén claramente visibles y libres de polvo, suciedad, etc.
Instalar barreras y señalética de Salud y Seguridad Organizacional.

- **Etiquetas de peligro y seguridad**

Revisar que haya suficientes etiquetas y dispositivos de aislamiento en caso de ser requerido.

Revisión de las etiquetas y dispositivos de aislamiento o de “NO OPERAR” / “FUERA DE SERVICIO” sobre las herramientas y equipamiento antes de abandonar el sitio de perforación. Reparar o reemplazar las herramientas y equipamiento que así lo requiera.

Perforadora e instalación general

- **Diseño general y acceso seguro**

Revisar que haya espacio suficiente y que nada obstruya el acceso del combustible o del camión de tuberías hacia la perforadora, y que haya un área suficiente de trabajo despejada.

- **Combustibles almacenados en forma segura**

Todos los limpiadores o aerosoles deben ser almacenados en la parte trasera del camión de apoyo, lejos del calor (máquina o ambiental). Para los aerosoles debe existir un armario para guardarlos en ese lugar.

Revisar que no hay material suelto ni inflamable almacenado en la cabina de la plataforma de perforación.

Revisar que los contenedores de material combustible e inflamable no se filtren, estén seguros, y alejados de fuentes de calor y de inflamación y que estén etiquetados apropiadamente.

- **Todas las herramientas y equipamiento**

Revisar que todas las herramientas y equipamiento estén en buenas condiciones y que funcionen correctamente.

Revisar que todas las herramientas y equipamiento estén limpios y libres de contaminantes.

- **Estabilidad del rack para barras**

Revisar para Asegurar que el rack para barras esté derecho y que cada pata esté bien apoyada y no se hunda en el suelo.

- **Barras y carcasa apilados ordenadamente**

Asegurar que sobre el rack y/o sobre el camión de barras, las barras y las carcasas estén apiladas en forma estable, y que estén apoyadas, niveladas, y que no haya riesgo que se caigan.

Revisar que no haya barras ni carcasas dispersas en el suelo, donde pueden ensuciar sus roscas, dañarse y oxidarse.

Inspeccionar los tubos utilizados en caso que estén torcidos.

Asegurar que los extremos de las barras/tuberías estén acunados apropiadamente y que se utilicen espaciadores para separar capas de la tubería. Revisar que las capas de las barras/tuberías estén acunadas.

- **Pasamanos, escalones y escaleras**

Asegurar que los pasamanos, escalones y escaleras estén estables y estén limpias de grasa, aceite o lodo de perforación. Revisar la condición estructural y que ninguno de los travesaños esté suelto ni roto.

- **Peligros aéreos**

Revisar la debilidad en las ramas de los árboles existentes sobre la zona de trabajo de modo que no exista la probabilidad que se caigan sobre la perforadora o sobre el área de trabajo, y que el mástil esté despejado de cables aéreos.

- **Peligros de tropiezos**

Revisar las herramientas o equipamiento sobre las plataformas o el suelo. Revisar en búsqueda de rocas, ramas, etc. que se puedan encontrar bajo los pies en el área de trabajo y remuévalos.

- **Camino de conducción**

Inspeccionar el tren de conducción en busca de pernos, tuercas, estructuras, ejes y montajes sueltos o dañados después de cada turno.

- **Frenos y neumáticos de la perforadora**

Inspeccionar el fluido y la vida de los frenos.

Revisar que los frenos estén fijos y seguros.

- **Neumáticos**

Inspeccionar los neumáticos para ver si están inflados apropiadamente y si tienen sujeciones de rueda sueltos o perdidos, objetos atrapados entre las bandas de rodadura, desgaste anormal, y cortes.

Sistema oleohidráulico

- **Líneas de combustible**

Revisar que no haya fuga de combustible, o que no haya torceduras en las líneas (que más adelante pueden ocasionar fallas), y que no estén rozándose ni desgastándose con algún otro objeto.

- **Filtraciones de fluido**

Revisar que no haya fugas de aceite hidráulico, fugas de aceite de motor, fugas de refrigerante de motor, fugas de refrigerante de radiador, o fugas de bomba de agua.

Equipamiento de Mangueras y Manipulación de Barras

- **Montajes de elevación**
Revisar que los pernos de elevación estén en su lugar y que no estén dañados, y que las tuercas estén ajustadas.
- **Límites de elevación**
Revisar y ponga a prueba los límites de elevación de la cuerda de tracción.
- **Cable de elevación, gancho y ancla**
Revisar que el cable no esté dañado (roto o las líneas raídas) y que esté firmemente adherido a la horquilla o ancla (si se aplica).
Revisar que el gancho de elevación esté equipado con un pasador de seguridad o equivalente.
Revisar que los ganchos de seguridad estén seguros y en buenas condiciones.
- **Herramientas de apriete de barras**
Examinar las herramientas de apriete de barras y el equipamiento asociado en busca de desgaste y fatiga.
- **Bloques de viaje**
Revisar que los bloques de viaje estén en buenas condiciones y estén vigilados.
- **Elevadores**
Revisar que los elevadores de transferencia estén en buenas condiciones.

Perforadora

- **Protecciones**
Revisar que todas las protecciones estén en su lugar (nota: las protecciones por lo general están en todas las maquinarias giratorias).
- **Pivotes y cerraduras**
Asegurar que los pasadores de pivotes en el mástil no estén sueltos y que todas las cerraduras estén aseguradas en su posición.
- **Condición de la estructura**
Revisar que no haya grietas en la estructura principal y que ningún componente (barras) este doblado ni dañado.

Generadores, compresores y equipos eléctricos

- **Sistemas eléctricos**
Asegurar que todas las partes movibles estén protegidas.

Asegurar que los generadores, compresores, y todos los equipos eléctricos estén apropiadamente conectados a tierra.

Revisar que todos los generadores, compresores, y equipos eléctricos estén en buenas condiciones de trabajo. Revisar cables, cordones y conexiones.

Revisar que ningún cable eléctrico esté sobre el suelo o cerca del pozo de perforación.

Mangueras y eslabones giratorios

- **Condición**

Revisar que las mangueras y cadenas estén en buenas condiciones y estén seguras.

Revisar en busca de tuercas, pernos y casquillos sueltos.

Revisar la lubricación y el engrase correcto.

Asegurar que todas las restricciones de la manguera estén encadenados para asegurar los puntos de montajes de oposición y que estén en buenas condiciones.

Revisar las abrazaderas de las mangueras, acoplamientos para asegurar que estén en buenas condiciones y que no hay fugas.

Cajas de muestras y equipamiento

- **Condición y limpieza**

Revisar que las cajas y el equipamiento estén limpios.

Revisar que haya suministros de limpieza suficientes y que el equipamiento correcto esté a bordo.

Revisar el ciclón en busca de bloqueos. Revisar los filtros de polvo del ciclón y la caja de polvo.

Revisar acoplamientos desgastados en el ciclón.

Revisar que el ciclón esté en buenas condiciones de trabajo y que no haya orificios en los platos de desgaste o paredes laterales.

Revisar los sellos de goma y asegurar que el ciclón cierra apropiadamente y sin filtraciones.

Revisar que los vibradores o pulsadores de caja de polvo estén en buenas condiciones de trabajo.

Actividad N° 2

Introducción a la actividad

La siguiente actividad sobre “Chequeo pre-operacional”, se divide en 2 secciones: Principales señales en maniobras de izaje con puente grúa y uso de EPP específicos y técnicas de levante de cargas. El cierre es común a las dos secciones.

Estrategias metodológicas para el instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

Explicación demostrativa vía plataforma web.	
Explicación demostrativa en aula.	✓
Recurso audiovisual.	✓
Propuestas de situaciones problemáticas.	✓
Formulación de preguntas.	✓

- **Principales señales en maniobras de izaje**

Objetivos de aprendizaje

- Reconocer, aprender y realizar las principales señales en maniobras de izaje.

Descripción de la actividad

Los participantes aprenderán a reconocer los códigos de señales de mando entre el que dirige la maniobra y el que opera la grúa. Para esto deberá identificar primeramente las señas que a continuación se presentan.

Luego deberán practicarlas en pares con el equipo de protección personal puesto.

Materiales y recursos

- Elementos de protección personal

Desarrollo

El instructor indicará a los participantes que trabajen individualmente identificando las señas a las que se refieren las Figuras y deberá escribir correctamente su significado.

Luego deberán practicarlas en parejas con el apoyo del instructor. Podrán al final de la actividad discutir cuales de ellas presentan más dificultad en su demostración.

Opcionalmente el instructor podrá mostrar un video que ejemplifica algunas de las señas a practicar y las medidas de seguridad a tener en cuenta.

Se sugiere que el instructor adopte un estilo de dirección que ayude a construir aprendizajes a partir del video y la conversación respecto a este, utilizando técnicas como: clarificar, profundizar, reformular. Para esto deberá pedir aclaraciones cuando intervienen los participantes, profundizará en los temas, escribirá en la pizarra u otro soporte para destacar lo relevante, dará la palabra a la mayor parte posible de participantes y resumirá lo relevante durante el cierre de la actividad.

De igual forma el instructor deberá enfatizar cual es la manera correcta de como levantar cargas y evitar lesiones ya que los participantes realizarán ejercicios prácticos donde deben proceder con máximos cuidados.

“Seguridad con Aparejos”



Preguntas sobre el video

¿Qué se debe hacer para prevenir accidentes al levantar carga?

Es importante seguir las reglas de seguridad y realizar una buena preparación. La comunicación es esencial por lo que las señales de mano entre el aparejador y el operador deben ser muy claras.



¿Qué debe hacer el aparejador para indicarle al operario de la grúa que baje el gancho de la grúa?


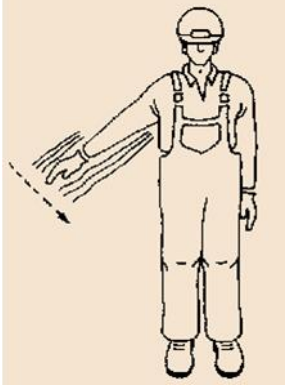
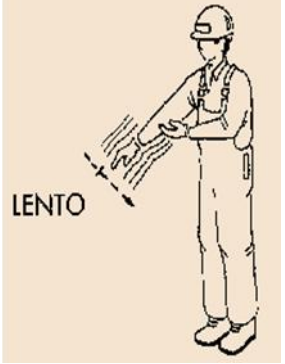
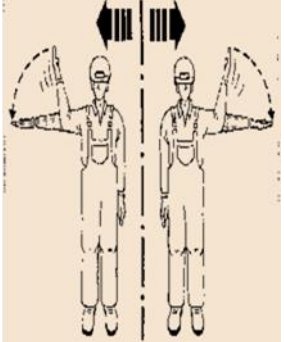
Bajar la mano apuntando con el dedo índice hacia abajo y moverla en pequeños círculos.

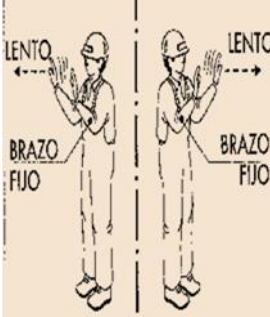
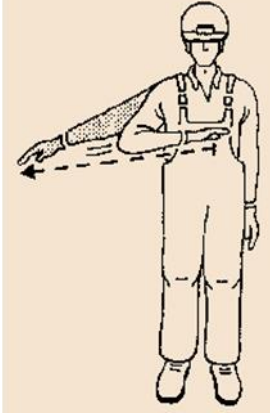
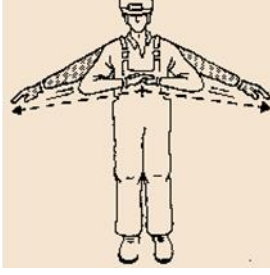
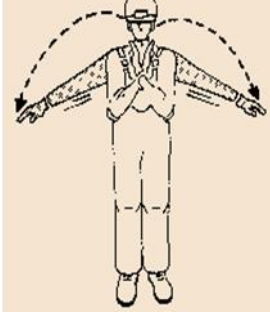
¿Qué se debe hacer cuando la carga esta lista para elevarse?

Levantar el brazo apuntando hacia arriba y hacer círculos con la mano.

Para continuar con la actividad de aprendizaje los participantes contestarán en la siguiente tabla que significan las señas presentadas. Luego de dar sus respuestas y comprobar que son las correctas con el instructor, deberán ensayar los movimientos de los dibujos en pareja con el EPP adecuado puesto.

Seña	¿Qué significa?
	Atención
	Subir

	<p>Subir lentamente</p>
	<p>Bajar</p>
	<p>Bajar lentamente</p>
	<p>Desplazamiento horizontal</p>

	<p>Desplazamiento horizontal lento</p>
	<p>Parada</p>
	<p>Parada urgente</p>
	<p>Fin de maniobra</p>

- **Técnica de levante de cargas**

Objetivos de aprendizajes

- Realizar maniobras de levante de carga utilizando tecle para elevar carga pesada.

Descripción de la actividad

La finalidad de la actividad es que los participantes puedan practicar u observar como elevar carga pesada utilizando un tecle. Los elementos sugeridos son equipos típicos de la industria.

Materiales

- Tacle Eléctrico de Levante; 6 METROS; 220V-Monofásico; 200 Kg (requiere infraestructura de soporte).
- Objetos de masa inferior a lo soportado por el tecle. Por ejemplo sacos de arena de 100 kg.

Se sugiere que el Organismo Técnico de Capacitación encargado del curso, adquiera los materiales y equipos para la realización de la actividad de taller. El instructor deberá considerar los objetivos de aprendizaje para dar cumplimiento a lo esperado y deberá además decidir cómo abordará la actividad práctica.

Nota: Los materiales son accesibles con proveedores nacionales.

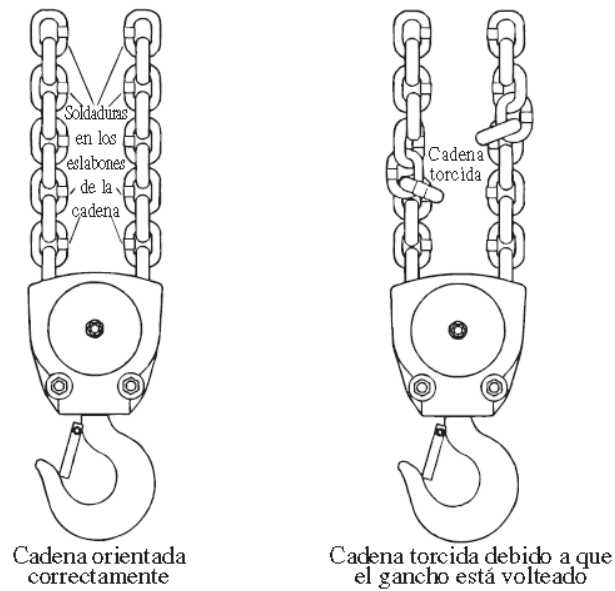
Desarrollo

El instructor deberá preparar esta actividad con antelación asegurándose que existan los elementos de protección personal adecuados para los participantes. Además deberá cerciorase de guiar la actividad de manera clara y precisa enfatizando los aspectos relevantes de seguridad para la elevación de carga pesada.

Algunas consideraciones:

1. El instructor deberá verificar junto a los participantes que la cadena de carga no esté torcida o enrollada antes de operar el tecle cadena y corrija todas las irregularidades de la cadena antes de efectuar la operación.

Ejemplo:



2. Antes de conectar el tecle de cadena de deberá asegurar de que los puntos de conexión, los componentes de suspensión y su estructura de soporte sean las adecuadas para sostener el tecle y su carga.

3. Se deberá asegurar del perfecto funcionamiento y que tuercas y pernos se encuentren suficientemente sujetos.

Nota: Es importante que los participantes practiquen el levantar carga con seguridad.

Cierre

El instructor deberá destacar que más del 90 por ciento de los accidentes relacionados con los tecles son causados por error humano.

Cuando comienzan las operaciones con la grúa, se debe recordar el refrán "una cadena es solamente tan fuerte como su eslabón más débil".

En cómo aparejar una carga a una grúa puede ser la diferencia entre un levantamiento correcto y un accidente los cuales pueden ser mortales, debido a las grandes y pesadas cargas que se levantan. Una vez que una carga se cae, poco se puede hacer para pararla, y hay poco tiempo para que la gente pueda apartarse y moverse con seguridad.

Por otra parte el instructor deberá además enfatizar que el levantamiento, manejo y transporte de cargas manual está asociado a una alta incidencia de alteraciones de la salud que afectan a la espalda. Destacará que las recomendaciones entregadas durante la actividad son generales y que, como indica la legislación especial sobre la materia, la empresa tiene la obligación de evaluar cada situación concreta de trabajo y tomar las medidas necesarias para trabajar de forma segura.

Los autocuidados son fundamentales. La pregunta ¿por qué estoy haciendo esto? debe estar presente cada vez que se realicen actividades de manipulación y de levantes de cargas pesadas y la respuesta debe siempre que hay orientarse a la integridad física del trabajador y de sus compañeros.



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



Consejo de Competencias Mineras
Apoquindo 3500, Piso 7,
Las Condes, Santiago.
Teléfono: (562) 2347 2200
www.ccminero.cl