CCM
CONSEJO DE COMPETENCIAS MINERAS

Cuaderno del Instructor
Asistente de Geología y Sondaje
Módulo VII: Nociones básicas de Muestreo
PFPSO-2-01/v.2 [PE01-M07/v.1]

Una iniciativa de:

CONSEJO MINERO

Con la asesoría experta de:

Innovum | FCH FUNDACIÓN CHILE

Equipo Consejo Minero

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

Equipo Innovum Fundación Chile

Hernán Araneda D., Gerente
Diego Richard M., Director Programa Fuerza Laboral Minera
Rafael Pizarro G., Director de Proyectos
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 educacionales:

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

Para la comunidad y el país:

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

Índice

Descripción del documento 7

Módulo VII: Nociones básicas de Muestreo 8

1. Nociones básicas de Muestreo 9

1.1. Generalidades 9

1.2. Identificación de riesgos asociados 20

1.3. Manipulación correcta de muestras bajo el método DDH 26

1.4. Manipulación correcta de muestras bajo el método Aire Reverso 31

1.5. Procedimientos post muestreo 35

Actividad N° 1 36

Descripción del documento

El Cuaderno del instructor contiene la totalidad de los contenidos a utilizar por el instructor para el desarrollo del Módulo 7 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 VII: Nociones básicas de Muestreo

1. Nociones básicas de Muestreo

1.1. Generalidades

Definiciones y términos de muestreo

El muestreo es el proceso de recopilar porciones de un material. Se puede realizar manualmente o con una máquina. El muestreo manual suele ser costoso, lento e impreciso, y solo se debe usar si el material no es adecuado para el muestreo mediante máquinas.

El material puede ser de cualquier tipo. Por ejemplo, podría ser:

- Materiales geológicos, como minerales, rocas o petróleo.
- Materiales ambientales, como tierra, agua o aire.
- Comida, como carne, granos o alimentos procesados.
- Muestras biológicas, como hojas, aletas o plumas.
- Productos fabricados, como cemento, plástico o acero.
- Materiales de construcción, como tierra, concreto, asfalto o mezclas.
- Muestras biomédicas, como sangre, orina o tejidos (aunque éstos no se recopilan en faenas).

El propósito del muestreo es obtener información acerca de un material conociendo sólo una pequeña porción del mismo. La información obtenida suele responder una o ambas de dos posibles preguntas:

1. ¿Qué hay en esta muestra?

Esto se llama prueba cualitativa. Por ejemplo, realizar una prueba a áridos de materia prima para asegurar que realmente es un árido de las especificaciones apropiadas.

2. ¿Qué cantidad de un componente en particular está presente en esta muestra?

Esto se llama prueba cuantitativa. Por ejemplo, realizar una prueba del contenido de alcohol en un lote de cerveza.

Figura 1

Se crean diferentes laboratorios para procesar las muestras. Algunos ejemplos de las pruebas típicas que realizan los diferentes tipos de laboratorio son:

- **Geológica**: ¿Este es el tipo de roca que contiene uranio?
- **Química**: ¿Hay pesticida o metales pesados presentes en este material?
- **Biomédica**: ¿Cuál es el tipo de sangre o la respuesta inmunológica de un paciente?
- **Biológica**: ¿Es esta una fruta comestible/ es esta una serpiente venenosa?
- **Física**: ¿Es este aceite lubricante tan fluido como el del último lote?
- **Metalúrgica**: ¿Cuán fuerte es esta viga de acero?
- **Comida**: ¿Esta mantequilla de maní se puede comer?

Existen muchos motivos por los que se toman muestras en la minería, como:

Figura 2

Muestreo localizado

El muestreo localizado se puede definir como la toma de muestras al interior y alrededores de un emplazamiento establecido, como por ejemplo una planta industrial. Nos puede brindar mucha información útil y ayudarnos a tomar decisiones.

Antes de tomar las muestras, es importante saber las características y el comportamiento específico de la muestra que se está recopilando. Esto le permitirá comprender qué tipo de información puede reunir.

Algunos ejemplos de muestreo de emplazamientos incluyen muestras de:

- Materias primas.
- Materias procesadas.
- Materiales fabricados.
- Descargas al medioambiente, por ejemplo, efluentes antes de descargarse en un río.
- Efectos de las descargas al medioambiente, por ejemplo, el pH del agua del río después de la descarga.
- Supervisión de fugas o situaciones peligrosas.

El muestreo de sitios no incluye:

- Toma de muestras médicas de pacientes.
- Control de calidad de productos terminados.
- Seguimiento de una queja de un cliente sobre un producto.

El objetivo más importante en el proceso de muestreo es obtener una muestra representativa; esto se logra mediante muestreos aleatorios.

Una muestra aleatoria debe ser imparcial o neutra

Generalmente, el muestreo realizado en operaciones mineras es un procedimiento altamente estructurado y debe seguir un estricto protocolo. Los protocolos de muestreo deficientes y la mala implementación pueden generar clasificaciones erróneas graves de la ley del mineral, lo que no es menor dado lo extremadamente costoso del procedimiento.

Al realizar un muestreo, es importante:

- Comprender la tarea: ¿qué está haciendo y por qué?
- Comprender el Procedimiento Normalizado de Trabajo (PNT).
- Seleccionar y usar EPP apropiado.
- Saber cómo operar los equipos.
- Conocer y seguir todas las reglas de seguridad y salud laboral asociadas con el muestreo.
- Conocer y evitar todos los riesgos en el sitio.

A continuación, presentamos una variedad de términos usados por los muestreadores. Tienen significados exactos, y el procedimiento que está siguiendo requiere que conozca su significado y sus consecuencias. Estos son:

- **Integridad de la muestra:** se utiliza para describir cuán bien se preservó la muestra, de modo que todavía represente el material del que se tomó.
- **Homogéneo**–se usa para describir materiales que son muy uniformes y fáciles de muestrear debido a la falta de variación en el material. Una taza de café, inhalaciones de aire o una vía de ferrocarril de acero suelen ser homogéneos. Generalmente, podemos confiar en que cualquier porción es idéntica a cualquier otra.

- **Heterogéneo** – se usa para describir materiales que son claramente variables y son difíciles de muestrear debido a la gran variación en la composición del material. La tierra, los alimentos y las aguas residuales suelen ser heterogéneos. Generalmente, no podemos confiar en que una porción sea ni siquiera similar a otra, a menos que tomemos una muestra lo suficientemente grande y la homogenicemos.
- **Muestreo masivo**–consiste en retirar una roca mineralizada grande, generalmente, de más de 50 toneladas, seleccionada para ser representativa del yacimiento de mineral, para realizar pruebas de procesamiento de minerales.
- **Muestra de testigos**–es una muestra cilíndrica de roca tomada del suelo mediante perforación y se usa para fines de evaluación, investigación y exploración. Las herramientas para este propósito son cilindros largos de metal. En muestras duras, estos cilindros se deben forzar, penetrando el material a extraer; en muestras sedimentarias es necesario generar un arrastre hacia los cilindros, generalmente por métodos de succión.
- **Muestra al azar**–es una muestra única tomada de forma aleatoria. Un vaso de agua de la llave o una manzana son muestras al azar. A veces, la siguiente muestra al azar revela los mismos resultados, pero otras veces no es así.
- **Muestra de lote**–es una muestra tomada de forma aleatoria de una porción o un lote del material a granel. Una botella de pastillas de la mañana del martes es una muestra de lote que se puede rastrear a un bloque de producto.
- **Muestra compuesta** – es una serie de muestras tomadas de diferentes partes del material a granel, que luego se combinan, mezclan y usan para crear las muestras finales de las pruebas. Las muestras por hora de un cargador de carbón, un flujo de aguas residuales o los contenidos de la medición mensual de polvo son formas de obtener muestras compuestas.
- **Espécimen**– es una porción del material que no necesariamente es representativa. Una pieza de carbón o una piedra preciosa son muestras que no necesariamente representan el estado normal o común del material a granel del cual provino. En algunos contextos, una muestra puede ser una unidad representativa cortada o tomada de una muestra para pruebas específicas, por ejemplo, testigos de concreto o cilindros usados para pruebas de resistencia.
- **Preparación de muestras**–es el tratamiento de la muestra bruta, de modo que cumpla con las necesidades del laboratorio. Esto podría incluir:
    - Reducción del tamaño de partículas – molienda, chancado, trituración.
    - Clasificación por tamaño – tamizado que divide la muestra en fracciones según los diferentes rangos de tamaño de las partículas.
    - Separación, como filtración por centrifugación.

- Disolución – uso de agua, ácidos, solventes,
- Acondicionamiento de temperatura – congelamiento, descongelamiento, llevar la muestra a una temperatura establecida.
- Tratamiento químico – mezcla con otros químicos o bioquímicos.

- **División de muestras** – tratamiento de la muestra, de modo que haya menos de ella para fines de manipulación, pero asegurando que siga siendo representativa. Concordaremos en que muestras de 100 kg de carbón son difíciles de mover en un laboratorio, y si tuviera 68 de estas muestras de 100 kg de carbón para procesar, es preferible que alguien dividiera cada una, por ejemplo, en muestras de 200g, para realizar las pruebas en el laboratorio. Además, probar más materiales de lo necesario es ineficaz y no necesariamente produce resultados más precisos.

- **Estudio de factibilidad**–la etapa de planificación de una mina, generalmente, es preparada por una empresa profesional de ingeniería en minas. Generalmente, una empresa minera pagará el costo de un estudio de factibilidad una vez que se haya comprobado la continuidad de sus depósitos de mineral mediante muestreos y/o perforación según una metodología relativamente detallada que permita una determinación precisa del tonelaje, la densidad, el mineral y el contenido de metal; y con ello demostrar la factibilidad económica de la explotación del yacimiento en cuestión.

- **Geoquímica**–es el estudio de los componentes químicos de la corteza y el manto terrestre. La geoquímica se aplica a la exploración minera para descubrir áreas con concentraciones anormales de elementos y/o minerales.

Procesamiento de muestras

A continuación se expondrán algunas ideas básicas sobre lo que el muestreo y las pruebas pueden y no pueden hacer. Esto será útil para comprender lo que sucede con las muestras de mineral una vez que se entregan para que les realicen pruebas.

Idea básica 1

Las pruebas de laboratorio sólo pueden responder preguntas formuladas de manera exacta. Cada posible pregunta necesita un procedimiento diferente para obtener la respuesta. Enviar las muestras para “pruebas” y obtener resultados útiles sólo resulta de manera exitosa en las películas. No existe una máquina que genere resultados válidos para cada condición posible de la muestra. Debe especificar exactamente qué prueba necesita,

y esta prueba ya debe existir dentro de la capacidad del laboratorio. No se trata sólo de enviar una muestra y preguntar qué hay en ella. Esto es imposible de responder porque ningún laboratorio ni lugar de trabajo está equipado ni puede realizar pruebas para **todas** las sustancias.

Idea básica 2

Las pruebas de laboratorio sólo proporcionan respuestas para la muestra. A menos que la muestra se tome y se almacene correctamente para conservar las condiciones de interés en el material a granel, sus resultados no serán muy útiles para tomar decisiones sobre el material.

Incluso es posible que obtenga una respuesta perfectamente correcta que sea precisa, pero puede ser para el parámetro incorrecto. Por ejemplo, solicitar el nivel de nitrato en una muestra de agua cuando realmente quería saber el nivel de pH.

Idea básica 3

Los resultados de las pruebas de cada muestra deben vincularse con el material a granel del cual se tomó la muestra. A veces, la información es clara y útil, pero otras es vaga o incluso confusa. Las solicitudes de pruebas específicas deben realizarlas personas competentes que reflexionaron al respecto. La interpretación sobre lo que los resultados de la prueba le dicen acerca del material requiere aún más competencia. Es posible que los técnicos del laboratorio no tengan suficiente experiencia o capacitación para asumir la responsabilidad en estas áreas.

Idea básica 4

Los informes de los resultados no pueden incluir opiniones ni realizar declaraciones amplias. A veces, una cifra (el resultado) es solo una cifra. Básicamente, una muestra única tomada sin comparación no tiene sentido. Se necesitan muchas muestras durante muchos días para formarse una opinión.

Generalmente, los informes de las pruebas de muestras deben decir algo como:

- La muestra proporcionada se analizó para……
- Usando el método de ……
- El resultado fue…… ± ……

Una muestra incorrecta llevará a resultados incorrectos, lo que conducirá a problemas con sus clientes

Preparación para el muestreo

Resumen de muestreo

Antes de comenzar la tarea de muestreo, Revisar si posee:

- Los equipos necesarios.
- Toda la información de seguridad.
- Los detalles esenciales de preservación de muestras.
- Las especificaciones del contenedor.
- La ubicación de los puntos de muestreo.
- Las necesidades de almacenamiento de muestras.
- Etiquetado y códigos de muestras correctos.

Otras consideraciones muy importantes son:

- Notas confiables de campo de las actividades de recolección.
- Listas de verificación para asegurarse que todos los equipos de muestreo estén disponibles y que el muestreo se realice correctamente.

La COMUNICACIÓN es muy importante en todas las etapas del proceso de muestreo

- Es posible que deba tomar precauciones especiales y obtener permisos especiales para tomar muestras en áreas de importancia cultural o muestras delicadas desde la perspectiva medioambiental.

Durante una tarea de muestreo:

- Asegurar que cada muestra se incluya en el contenedor correcto con la etiqueta adecuada.
- Seguir los métodos rigurosamente. Por ejemplo, “enjuagar, luego llenar”, “acceder a la subsuperficie” o “eliminar el espacio de aire”.
- Cumplir todos los detalles especificados del muestreo, como las horas de enjuague o los tamaños de la muestra.
- Tener especial cuidado con muestras inestables, delicadas o confidenciales.

Después de obtener las muestras:

- Almacenar correctamente. Por ejemplo: temperatura, exposición solar, agitación.
- Revisar si el preservante obviamente falló.
- Completar el etiquetado, la codificación y todos los demás registros.
- Enviar la muestra a su destino con los documentos apropiados, indicar lo que es y los requisitos.
- Cumplir las limitaciones de tiempo.
- Desechar el material residual y sobrante, o las muestras defectuosas según las normas y los sistemas establecidos.

Revisaremos cada paso del proceso de muestreo localizado con más detalle en las siguientes secciones.

Confirmar el propósito, la prioridad y el alcance de la hoja de trabajo, el plan o la solicitud de muestreo

En el lugar de trabajo, habrá un sistema de rutina que indicará cuáles muestras se deben tomar y el método para hacerlo. Esto se llama plan o solicitud de muestreo. También se conoce como hoja de trabajo.

Tomar muestras es algo común en la industria minera; es posible que deba reunir muestras por los siguientes motivos:

- Exploración.
- Pruebas de calidad de los materiales.
- Pruebas de propiedades específicas del material.
- Control de calidad del producto.
- Evaluación de impacto ambiental.

En este punto, existen diversos aspectos que confirmar, como:

- Propósito de la muestra.
- Prioridad de las muestras.
- Alcance de las muestras.

Conocer cada uno de ellos es importante para su rendimiento.

Propósito

Quizás deba preguntar cuál es el propósito de la muestra o consultar al supervisor. Si no entiende POR QUÉ se toma esta muestra, podría equivocarse sin notarlo o perder tiempo.

Por ejemplo:

Recopilar muestras de material que contenga mineral, y pasa horas tomando muchas muestras de diferentes partes del montón, combinándolas y reduciéndolas para asegurar de tener una muestra representativa de los diferentes tamaños de roca. Al volver, el supervisor informa que sólo necesitaban una roca de cada montón para las pruebas, ya que sólo querían confirmar el tipo de roca, no el tamaño.

Prioridad

A veces, recibirá una lista de diferentes muestras del sitio para ese día. Éstas pueden incluir una amplia gama de parámetros en diferentes ubicaciones del sitio. Debe asegurarse de priorizar las muestras y hacer las más URGENTES primero.

Alcance

Debe saber qué implican las muestras, de modo que pueda montar los equipos adecuados, comprender las consideraciones de salud y seguridad laboral, y asegurarse de saber qué hará y cómo lo hará.

Es posible que obtenga hojas de trabajos que incluyan detalles sobre lo que se debe medir y sobre cómo registrar los resultados. Generalmente, estas indicarán:

- Las muestras requeridas.
- Los sitios para tomar las muestras.
- Instrucciones relacionadas con las muestras.
- Instrucciones de etiquetado.
- Instrucciones específicas de seguridad relacionadas con elementos como los procedimientos de bloqueo y etiquetado.
- Códigos y descripciones para fines de identificación. Por ejemplo, BS6 puede referirse a la 'pila número 6'.

El método estándar adecuado para la recopilación de muestras se debe seleccionar, ya que hay variedades en la complejidad al realizar tareas de muestreo. Algunos métodos pueden ser fáciles y directos, mientras que otros pueden ser más complejos. Un método es un conjunto de instrucciones que guían a la persona que toma la muestra paso a paso e incluyen aspectos como los reactivos, los equipos, la información de seguridad y los

cálculos. Los métodos también se conocen en el lugar de trabajo como un procedimiento o procedimiento operativo estándar.

Usar y documentar los procedimientos para garantizar un muestreo representativo

Los siguientes términos resumen los principios esenciales del muestreo. Por lo tanto, las muestras deben cumplir cada uno de estos requisitos.

En cada caso, la muestra debe ser:

Figura 3

REPRESENTATIVA: Significa que la muestra tiene la misma composición y las mismas propiedades que el material a granel. La persona que toma la muestra debe ser activo en al momento de seleccionar dónde y cómo se toma la muestra. Debe seguir un procedimiento válido diseñado para muestrear el material correctamente. A veces, es más difícil. Piense en cómo obtendría una muestra representativa de una pila de 100 toneladas de azúcar de caña antes de cargarla en un tanque de material a granel. Una muestra representativa se usa cuando se debe establecer la calidad de una gran cantidad de material. Varias muestras pequeñas, llamadas incrementos, se pueden tomar de diferentes partes del material o del área. Esto establece una representación de las cualidades generales y puede usarse para brindar una descripción detallada de la variación. No tener un análisis representativo significa que no obtendrá una verdadera indicación del área completa.

PRESERVADA: Significa que la muestra se debe proteger de un cambio, especialmente si se transporta o se almacena. Según el tipo de muestra y otros factores, como el tiempo de almacenamiento, la temperatura y el tipo de contenedor, las propiedades químicas y biológicas de la muestra pueden cambiar. La muestra debe protegerse de la contaminación (componentes obtenidos después del muestreo), de la degradación (descomposición de químicos y otras estructuras), y de la ganancia o pérdida de las propiedades físicas, biológicas y químicas para las que se está probando. ¿Cómo preservaría una muestra de helado o una de suelo contaminado con hidrocarburos? ¿Usaría métodos diferentes?

SUFICIENTE: Significa que debe tener una muestra suficiente para permitir todos los procesamientos necesarios antes de realizar la prueba. Esto es especialmente cierto si las muestras de reserva se deben almacenar, en caso de una queja futura respecto del muestreo. Las pruebas ambientales y las investigaciones médicas son áreas propensas a problemas con muestras insuficientes. Si el método de prueba requiere calentar un volumen de 10 mL y concentrarlo a 2,5 mL antes de realizar las pruebas, ¿cuál podría ser una muestra suficiente? ¿Qué sucede si necesita almacenar una muestra de reserva también? Además, debe haber suficiente muestra para asegurar que el material sea representativo. Por ejemplo, cuanto más grueso o granular es el material, más material se requiere.

ETIQUETADA: Significa que hay suficiente información en la etiqueta para vincular la muestra a sus orígenes en el material a granel. La etiqueta puede tener códigos y puede necesitar fechas, horas, la identificación del muestreador, la fuente y ubicación específica dentro de la identificación de la fuente. Además, las etiquetas también pueden enumerar las pruebas que se realizarán. Lo más importante es que se necesita que la muestra que se pone en el contenedor coincida absolutamente con la etiqueta. Los muestreadores con muchos contenedores vacíos, y muchas etiquetas preimpresas o contenedores vacíos preetiquetados pueden confundirse mucho al determinar qué se debe incluir en qué recipiente y cuál etiqueta usar. Algunos laboratorios usan un número de identificación único para cada muestra, que se registra en un sistema computacional para supervisar el progreso de la muestra durante el proceso de prueba y hacer coincidir los resultados con el material muestreado correcto.

Principios de muestreo

Para que las pruebas sean útiles, la muestra debe ser idéntica al resto del material que no se muestreó. Una suposición básica que se hace al probar muestras es que los resultados de la prueba son válidos para todo el material.

Si algo sale mal con su muestra o durante el proceso de muestreo, los resultados pueden ser correctos sólo para la muestra. Es posible que no sean válidos para todo el material, lo que significa que la prueba no es útil.

Las consecuencias de un muestreo deficiente y una mala manipulación de muestras pueden ser:

- Costosas, por ejemplo, en el caso de una mina o fábrica desarrollada según datos erróneos. Podría darse el caso de un proceso de fabricaciones que realice procesamientos de materias primas defectuosas que no se detectaron debido a un muestreo incorrecto.
- Posiblemente mortales, como en el caso de pruebas médicas o con alimentos.

1.2. Identificación de riesgos asociados

Acceso al sitio y obtención de permisos o autorizaciones

Tomar muestras en sitios industriales puede ser una tarea muy peligrosa si no se siguen las reglas adecuadas. El acceso a sitios específicos es una forma de administrar la seguridad y salud laboral en el sitio. Por ejemplo, cercar áreas reduce el riesgo que personal sin conocimiento u otras personas tengan accidentes.

Si debe recopilar muestras en un sitio cercado, debe considerar lo siguiente:

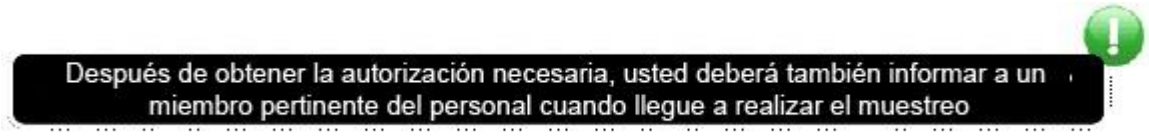
- Hable con el supervisor del sitio o una persona responsable para asegurar el acceso limitado al sitio.
- Conozca los peligros asociados con el sitio y los materiales, y demuestre su conocimiento.
- Comprenda a cabalidad el muestreo requerido.
- Usar equipo de protección personal (EPP) apropiado.
- Obtener el acceso y/o la autorización apropiada al sitio (etiquetas, documentación, etc).
- Asegurar que el sitio esté seguro cuando se abandone.
- Llevar u obtener la licencia o el permiso de la agencia de autorización relevante si es necesario.

- Adoptar las medidas necesarias y trabaje con el personal de producción si los procesos deben detenerse para realizar las tareas de muestreo.
- Poner un letrero en la cerca para advertir al personal que está en el área.
- Deberá revertir los últimos dos puntos cuando termine.

Peligros y controles en el sitio

Hay situaciones en las que no puede simplemente ir y tomar una muestra. Generalmente se da esto por un tema de seguridad y puede presentarse tanto en su organización como en el sitio de un cliente.

Después de obtener la autorización necesaria, es posible que también deba informar a un miembro pertinente del personal cuando llegue a realizar el muestreo.



Identificar los posibles peligros y riesgos

Debe aplicar un método eficaz para identificar los posibles riesgos y peligros con el fin de determinar si hay riesgos significativos que requieran medidas adicionales. Un riesgo es una situación o un evento existente, nuevo o posible que podría causar lesiones o daños para la salud.

PELIGRO: es el elemento que puede causar daño a uno mismo o a otros, o lo hará.

Por ejemplo, caídas, resbalones, electrocución, ahogamiento o envenenamiento son ejemplos de peligros. Algunos peligros pueden ser triviales, como un corte de papel, y otros muy severos, como ser atropellado por una locomotora.

RIESGO: ésta es la *posibilidad* que el peligro suceda, como las “probabilidades” en un juego de apuestas.

En los dos ejemplos anteriores, el riesgo de un corte de papel es alto. A los trabajadores de oficinas siempre les pasa. Por otra parte, el riesgo que lo atropelle una locomotora es extremadamente bajo, a menos que trabaje en un ferrocarril o no vea las señaléticas para cruzar la línea del tren.

Gestión de riesgos

La gestión de riesgos es el proceso de identificar los peligros y su posible riesgo de causar lesiones y daños.

Una hoja de análisis de seguridad laboral es un documento diseñado para ayudar a identificar los peligros y los procedimientos de seguridad requeridos para su área de trabajo. Los requisitos mínimos para este análisis de trabajo son:

- Identificación de los peligros.
- Evaluación de los riesgos de los peligros identificados.
- Medidas de control requeridas para eliminar o minimizar los riesgos de los peligros.
- Identificación de la persona responsable de implementar y supervisar las medidas de control.

Si es posible, el peligro se debe eliminar, o el riesgo se debe reducir al cambiar o modificar el método de trabajo o de construcción propuesto, o mediante el uso de equipos alternativos.

Por ejemplo, se puede usar una pala para retirar la tierra y las rocas alrededor de áreas peligrosas, como los tomacorrientes o los generadores portátiles colocados en el sitio para fines operativos. Una excavadora grande con una cubeta no podrá circular alrededor de estos tipos de obstáculos sin causar daños.

Si no se puede eliminar el peligro, se deben implementar medidas de control para aislar el peligro y minimizar el riesgo para los empleados. En estas circunstancias, se deben implementar medidas como barricar las áreas de peligro, brindar capacitación específica de seguridad e instrucciones de trabajo, usar equipo protector y poner carteles de advertencia. Dichas medidas se deben analizar con los empleados y evaluarse para asegurar que sean eficaces y no generen peligros adicionales.

A continuación, presentamos un ejemplo de un formulario de análisis de seguridad laboral y una guía de gestión de riesgos. Esta guía lo ayudará a evaluar y controlar los riesgos de las tareas y actividades en su ambiente de aprendizaje o de trabajo. Estas son mejores si se consultan con otros miembros del equipo.

Figura 4

Ejemplos de identificación de peligros

Peligro	Jerarquía	Medidas/controles de riesgos
Manipulación manual	Eliminación	
	Sustitución	Alivianar la carga. Modificar el objeto.
	Aislamiento	
	Controles de ingeniería	Modificar el diseño del lugar de trabajo. Modificar las acciones y fuerzas requeridas. Minimizar las fuerzas de levantamiento y descenso. Usar equipos mecánicos de levantamiento.
	Controles administrativos	Levantamiento en equipo. Capacitación sobre manipulación y levantamiento. Rotación de trabajos. Redistribución del flujo de trabajo. Consulta con trabajadores.
	EPP	Guantes con agarre. Cinturón de soporte para la espalda. Rodilleras.
Sustancias peligrosas	Eliminación	
	Sustitución	Reemplazar por productos menos peligrosos. Reemplazar los procesos físicos por procesos químicos.
	Aislamiento	Contenedores cerrados.

	Controles de ingeniería	Supervisión atmosférica. Sistemas de ventilación y extracción.
	Controles administrativos	Duchas y áreas de lavado. Minimizar la frecuencia o duración de la exposición. Procedimientos de emergencia. Equipo de primeros auxilios. Equipos de control de derrames. Limpieza y mantenimiento. Consulta con trabajadores. Supervisión de salud. Hojas de datos de seguridad del material. Rotación laboral. Letreros de advertencia. Etiquetas.
	EPP	Guantes. Delantales. Protección respiratoria. Gafas.
Tráfico y planta móvil	Eliminación	
	Sustitución	Programar el trabajo para períodos de tráfico bajo.
	Aislamiento	Separar el tráfico del equipo de trabajo (caminos, cierres, desvíos, barricadas, bolardos, distancias de separación). Áreas para peatones y cruces de peatones designados.
	Controles de ingeniería	Iluminación adecuada. Visibilidad. Focos delanteros y luces intermitentes en plantas móviles. Espejos retrovisores. Televisión de circuito cerrado. Espejos convexos. Alarmas de marcha atrás.
	Controles administrativos	Reducir límites de velocidad. Controladores de tráfico. Planes de control de tráfico. Luces y letreros de advertencia. Capacitación e instrucción.
	EPP	Antorchas y barras de luz. Prendas reflectantes de alta visibilidad.
Alturas y prevención de caídas	Eliminación	Realizar la tarea desde el suelo o sobre una construcción sólida.
	Dispositivo de prevención pasivo de caídas	Barandas protectoras y plataforma de trabajo temporal (p. ej., andamio, mallas de seguridad).
	Sistema de posicionamiento de trabajo	Acceso de cuerdas industriales, restricción de viajes, elevación de drenaje.
	Sistema de prevención de lesiones por caídas	Malla de seguridad, plataforma de contención o arnés (sin limitación de recorrido).
	Controles administrativos	Usar una escalera fija portátil o controles administrativos adicionales.

Eléctricos	Eliminación	Realizar el trabajo con equipos des-energizados.
	Sustitución	
	Aislamiento	Medidas de aislamiento de alto y bajo voltaje. Mantener límites de aproximación.
	Controles de ingeniería	Dispositivos de conexión a tierra y protección. Cubierta aprobada. Supresión de enganche automático.
	Controles administrativos	Aislamiento, bloqueo y permiso para el sistema de trabajo. Autoridades de acceso. Procedimientos vigentes de trabajo. Capacitación e instrucción de autorizaciones. Avisos y barreras. Observadores de seguridad. Limitar la exposición a campos eléctricos y magnéticos fuertes. Equipos y procedimientos de pruebas.
	EPP	Guantes y calzado aislante. Protección de barreras y guantes. Elementos de la planta puestos a tierra y pruebas de electricidad. Forro con aislante. Uso de equipos de líneas vivas.
Subterráneos	Eliminación	Realice el trabajo en el nivel del suelo.
	Sustitución	
	Aislamiento	Protectores, barreras y barandas.
	Controles de ingeniería	Ariete, bancos o entibaciones. Autorizaciones y aislamientos. Ubicaciones de activos públicos. Estructuras de entrada y salida. Control de movimiento del tráfico fuerte y planta móvil.
	Controles administrativos	Entrada autorizada. Capacitación y supervisión. Observador de seguridad.
	EPP	Calzado. Indumentaria de alto voltaje.
Peligros ambientales y al aire libre	Eliminación	
	Sustitución	
	Aislamiento	Áreas con sombra para almorzar. Entrada y salida segura del área de trabajo. Servicios.
	Controles de ingeniería	Trampas de arcilla. Supresión de polvo. Barreras solares. Supresión de ruido. Acceso alternativo para evitar flora delicada. Retiro de ganado. Evitar terreno abrupto. Ventilación. Iluminación.

	Controles administrativos	Equipo de control de derrames. Kits de circuito impreso. Kits de primeros auxilios. Comunicaciones. Controles y prevención de incendios. Controles de visitantes. Permisos. Inspección de vehículos, procedimiento/protocolo de lavado. Descontaminación de vehículos.
	EPP	Protección contra rayos UV. Protección contra el sol, el calor y el frío. Protección auditiva. Calzado protector. Guantes. Indumentaria de alto voltaje.

Tabla 28

1.3. Manipulación correcta de muestras bajo el método DDH

Toma de muestras de testigos

Durante la perforación, los tramos de testigos se extraen de un barril sacatestigos, uno a la vez. El proceso de extracción rota los testigos de forma aleatoria, de modo que una vez que estén en cajas, su orientación original se pierde, aunque se suele conocer la orientación del eje. Diversas técnicas de supervisión están disponibles para esto. El uso común de software de modelación 3D permite que, en general, los agujeros estén bien supervisados. Las muestras de testigos deben preservarse mediante procedimientos específicos para una hora estipulada. El período de almacenamiento depende de la naturaleza y significancia de la estructura de ingeniería.

Al recopilar muestras de testigos, se deben seguir protocolos predeterminados de muestreo (procedimientos y métodos) y asegurar que las muestras se manipulen de tal forma que sus propiedades no se alteren debido a daños mecánicos o cambios en las condiciones ambientales de humedad y temperatura, u otros factores ambientales. Para mantener y preservar la integridad de la muestra, ésta debe marcarse claramente con el número de agujero y la profundidad para asegurarse de poder identificar la ubicación exacta de los minerales y materiales. Es importante mantener limpios los equipos de muestreo para que otras muestras no se contaminen. El tipo de herramientas de muestreo requeridas depende del lugar de muestreo, el tipo de muestra y el propósito del muestreo.

Existen diversas formas en que las muestras se pueden contaminar:

- Material anterior colgando en el ciclón, el divisor y/o las mangueras.
- Manguera de muestreo bloqueada.
- Pérdida de retornos del agujero de perforación.

- Errores relacionados con los intervalos de muestras y/o la identificación de muestras.
- Material no consolidado dentro de un agujero de perforación que puede requerir que el operador inyecte fluidos de perforación.

Es necesario implementar medidas de control para minimizar la pérdida de testigos. Las muestras de testigos se pueden degradar en cierto grado durante el proceso de cortado, manipulación y estudio. Las técnicas no destructivas son cada vez más comunes (por ejemplo, el uso de escaneo de RM para caracterizar los granos, líquidos del poro, espacios de poros (porosidad) y sus interacciones (parte constituyente de permeabilidad). A menudo, lo que le sucede al testigo entre el equipo de recuperación y el laboratorio final (o archivo) es una parte descuidada de los registros y la gestión de testigos.

Una vez que una barra se retira del agujero, la muestra se retira de la barra y se cataloga. El auxiliar del perforador desatornilla la barra con abrazaderas para tubos. Luego, se retira cada parte de la barra y se agita hasta que el testigo se deposite sobre unas bandejas. El testigo se lava, mide y desglosa en trozos más pequeños con un martillo para que quepa en las bandejas de muestras. Una vez catalogadas, los geólogos toman las bandejas y analizan el testigo, y determinan si el sitio de perforación es una buena ubicación para futuras operaciones de perforación.

La primera etapa al recibir el testigo es llevarlo a las mesas o al área de registro. Los aspectos clave para observar son:

- Geología.
- Alteración.
- Estructura.

Figura 5

Cuando el perforador retira un testigo de una perforadora convencional, todo el barril sacatestigos se debe retirar del agujero. Esto toma tiempo, ya que cada barra se debe retirar de manera individual.

En la perforación del tipo “wire line”, el barril saca-testigos se puede retirar del fondo del agujero sin sacar la barra de perforación. Cuando el perforador desea retirar el testigo, se baja un pescante en el extremo de un cable. Este se fija a la parte trasera del tubo interno del barril. El cable se retira, y el tubo interno se suelta del barril.

También en el caso de perforaciones del tipo “wire line”, las barras están fabricadas de acero fino de alta resistencia. Esto las hace delgadas, de modo que el testigo puede ser lo más grande posible. Al retirar muestras de testigos del tubo interno, éstas se recuperan mediante un tubo levantador. Un tubo hueco desciende dentro de la barra mediante un cable de torno hasta que se detiene dentro del barril. A medida que se perfora el testigo, el levantador se desliza sobre él mientras se corta. Un pescante sujeto al extremo del cable se inserta dentro de la barra y se ajusta a la parte trasera, ubicada en el extremo superior del tubo levantador. La manivela se retrae, subiendo el tubo levantador a la superficie. El testigo no se cae del interior del tubo cuando éste se levanta porque un resorte ubicado en el extremo inferior del tubo permite que el testigo se mueva dentro del tubo sin caerse.

Procedimiento de registro de testigos

La profundidad y el acimut se consideran indicadores importantes de la posición del testigo. Sin embargo, generalmente no son suficientes para determinar el aspecto original de fallas, divisiones, uniones, lineaciones minerales, contactos litológicos, etc. La orientación del testigo (el lado del testigo que se orienta al fondo o a la parte superior del agujero) permite que el geólogo establezca estos detalles. La orientación del testigo debe registrarse e interpretarse durante el proceso de perforación. Permite que los geólogos de exploración y los ingenieros geofísicos conozcan la geología de un área y tomen decisiones acerca del futuro del sitio según los resultados de la exploración. Deberán analizar e interpretar los datos recopilados. Se deben mantener registros detallados de todas las actividades, observaciones, fotografías y operaciones relacionadas en el sitio.

El registro geológico del testigo es un paso clave. El testigo se marca con diferentes intervalos para el muestreo. La geología se debe registrar para mantener un registro de los tipos de roca, las alteraciones y la información estructural. Toda la información se debe incluir en un registro geológico, ya sea en papel o en un computador. Una lupa puede ser necesaria para estudiar de cerca la mineralogía; usar un raspador para ver la dureza y la alteración. Luego, las características se incluyen en el registro.

Corte del testigo; el testigo se corta en dos. Una parte se enviará al laboratorio para análisis, y la otra se meterá en cajas. El testigo se corta por el eje central para captar una muestra representativa y pareja. Los equipos se deben mantener limpios para eliminar la

contaminación entre las muestras. Asegurar el uso de EPP correcto, como protectores de oídos y ojos, al cortar las muestras.

Pasos para el registro de testigos:

- Limpiar el testigo de fluidos de perforación o lodo.
- Marque las estructuras importantes, las ubicaciones propuestas para realizar pruebas de carga concentrada y las profundidades del testigo no intervenido en las divisiones.
- Fotografíe el testigo en las divisiones con una escala en la foto y una pizarra que indique a qué profundidad se obtuvo el testigo.
- Complete los registros de descripción del testigo.
- Transfiera el registro a una caja etiquetada.
- Una vez que una caja de testigos esté llena, tome una sola fotografía de ella con una escala.

Al tomar fotografías de testigos, se debe asegurar que el testigo se limpiar antes. Cuando el testigo está cubierto de lodo de perforación, la información estructural puede estar oculta, lo que hace muy difícil determinar litologías. Tómese el tiempo para limpiar adecuadamente el testigo y mójelo si es necesario, ya que algunas características estructurales no aparecen en el testigo seco. Puede usar un atomizador o una brocha.

El color y la descripción de la roca se deben registrar como parte de este procedimiento para identificar las litologías y secuencias de alteración. El registro se debe basar en atributos fáciles de identificar que, en la mayoría de los casos, permitirán determinar el tipo de roca de manera rápida y fácil. Estos atributos son:

Patrón

- Color.
- Tamaño de grano.
- Textura.
- Estructura.
- Litología.
- Alteración.

Figura 6

Figura 7

Número de discontinuidades

El número de discontinuidades geológicas (fracturas, uniones, cizallas, estratificaciones, etc.) en cada intervalo se debe contar y registrar. Los cortes en el testigo debido al proceso de perforación o al meterlo en cajas (roturas mecánicas) no se incluyen en este conteo. Las roturas mecánicas se identifican por bordes afilados en corte del testigo y, a menudo, tienen superficies de rotura limpias sin rellenos ni descoloración. Si la causa de la rotura no está clara, trátela como una característica natural e inclúyala en el conteo de discontinuidades.

Figura 8

Figura 9

Muestra donde se deben estimar las discontinuidades

1.4. Manipulación correcta de muestras bajo el método Aire Reverso

MANIPULACIÓN DE MUESTRAS

Una muestra es una recopilación de material obtenido desde algún sector del agujero de perforación. En la perforación de aire, se pueden recolectar trozos de roca y polvo de agujeros relativamente poco profundos, y llevar los restos a la superficie dentro de alrededor de un minuto. Los trozos y el polvo suelen recolectarse en intervalos de entre uno y dos metros, pero esto siempre lo determina el geólogo en el sitio, quien indicará los intervalos de muestreo.

Estos restos de roca percutada son una fuente valiosa de información geológica e hidrológica. Las muestras recopiladas de diversas profundidades brindan información acerca del carácter litológico de las formaciones penetradas y son útiles para determinar el próximo sitio de la mina. Como tal, es importante manipularlos con cuidado.

La mayoría de las perforaciones de aire reverso se realizan para obtener muestras de mineral para análisis, de modo que las correctas prácticas de sondaje y el equipamiento de muestreo adecuado son necesarios al realizar este tipo de perforación y recolección de las muestras.

Métodos de exploración y muestreo

Método	Material sobre el que se utiliza el método	Método de muestreo	Utilidad
Perforación por lavado	Todo tipo de suelo, no puede penetrar peñascos	Muestras recolectadas desde el agua del lavado	Casi sin valor, a veces engañoso
Conducción de muestra	Todo tipo de suelo, no puede penetrar peñascos ni grandes obstrucciones	Se introduce una tubería con un extremo abierto o de cuchara hacia el suelo al interior del orificio	Confiable, no es costoso, la compactación del suelo se mide a través de la resistencia al avance
Taladro*	Suelos cohesivos y suelos sin cohesión sobre elevación de agua subterránea	Muestras recuperadas desde el material que los taladros llevan a la superficie	Clasificación visual y pruebas limitadas
Herramienta de cable*	Todos tipo de suelo, rocas y peñascos	Muestra caucionada del material diseminado o malla de arcilla	Clasificación visual y pruebas limitadas
Taladro rotatorio * (también fondo de pozo)	Todos tipo de suelo, rocas y peñascos	Cortes recuperados desde el fluido de circulación, buscando las muestras sin alteraciones	Clasificación visual
Pozo de prueba	Todo tipo de suelo, podría ser necesario el descenso de las aguas subterráneas	Las muestras pueden tomarse manualmente desde la posición original en terreno	El material puede ser inspeccionado en condiciones y lugar natural

Figura 10

Métodos de exploración y muestreo

Contaminación de muestras

Al recolectar muestras, es especialmente importante eliminar la contaminación, ya que puede desviar los resultados y hacer que la operación de perforación sea inútil. Se debe tener cuidado con las muestras.

Las formaciones blandas tienen tendencia a hundirse y agregar materiales adicionales al fluido de perforación. Cuando circula el lodo de perforación, este material sube a la superficie y contamina la muestra. El material de formación superior también puede contaminar la muestra cuando el lodo no es lo suficientemente pesado para amortiguar el impacto del tubo de perforación contra las paredes del agujero.

Puede eliminar gran parte de la contaminación se construye los fosos de lodo lo suficientemente grandes para que las partículas de los restos se asienten antes que el lodo circule en el pozo. Si se desea obtener una muestra no contaminada, se debe detener la perforación y continuar la circulación hasta que todos los restos suban a la superficie. Limpiar el foso, continuar perforando algunas pulgadas más y capte todos los restos que se lavan. Esta muestra representa el material perforado.

Cuarteador de muestras

El cuarteador de muestras o la unidad separadora de muestras tiene un filtro para separar el polvo del aire. Habitualmente es una sección central blanca.

El ciclón cerca de la parte delantera del tráiler es para recolectar el polvo de la circulación externa (de la caja de carga).

El ciclón en la parte trasera del tráiler es el ciclón principal de las muestras llegan aquí desde el soporte giratorio superior, y se envasan y etiquetan para el análisis en el laboratorio.

El ciclón trasero sirve para reducir la velocidad del flujo de muestras y separar la muestra del aire para que se pueda recolectar. Es importante tener un ciclón eficaz para retirar y evitar la contaminación de las muestras. Generalmente, un buen ciclón recolecta más del 99% de la muestra, y el polvo y aire restantes van a un colector de polvo o a la atmósfera.

El ciclón debería poder mantener dos intervalos de muestras sin contaminación. Un área del ciclón llamada caja volcadora tiene una válvula de puerta o de cuchilla para este fin. A medida que una muestra se recolecta en la caja volcadora, otra almacena lo proveniente de la perforación y se almacena en el ciclón. Las puertas inferiores de la caja volcadora se abren para que la muestra caiga a través de la bolsa de muestras. Luego, las puertas inferiores se cierran, y las superiores se abren para dejar caer la siguiente muestra en la caja volcadora. De esta forma, el muestreo es un proceso continuo casi ininterrumpido. El procesamiento de la muestra es uno de los aspectos más importantes de la perforación de aire reverso. La muestra de 1 m de un pozo de 5,5 pulgadas de diámetro es alrededor de 30 litros o hasta 50 kg.

Una manguera para el polvo en la parte superior de los ciclones envía el polvo que no se separa al filtro.

Una bolsa de muestra se suspende del tubo de descarga del ciclón trasero debajo del ciclón. Esta bolsa recolecta las muestras.

Figura 11

Plataforma de perforación con un tráiler de muestreo con bolsas de muestras

Manipulación de las muestras

Limpiar un área cerca del taladro para depositar las muestras. Debe estar lejos del área de trabajo, pero no demasiado lejos del ciclón porque esto podría hacer más lento el proceso de perforación.

Recolecte muestras húmedas en una bolsa de cálico o de filtro que permita que la humedad se escurra. Para evitar que el agua escurra por todos lados, ponga las bolsas en un agujero poco profundo, de modo que el suelo la absorba.

Organice las muestras desde su lado izquierdo en filas que se alejen del perforador. Cada fila nueva debe comenzar a la derecha de la primera bolsa de muestra.

En el intervalo correcto indicado por las marcas en la plataforma o según lo que indique el perforador, retire la bolsa de muestras y reemplácela con una nueva. Asegurar de no contaminar las bolsas ni permitir que haya contaminación cruzada con las muestras de otros intervalos. Usar bolsas y equipos de muestreo limpios.

Etiquetar las bolsas. Una vez que las muestras estén etiquetadas, están listas para ir al laboratorio.

Figura 12

Disposición de bolsas de muestras

Etiquetado y numeración de las bolsas de muestras

Los especímenes se deben colocar de inmediato en bolsas de muestra (plásticas o de tela) u otro contenedor adecuado, y etiquetarse con un lápiz permanente. Marque la bolsa cerca de la parte superior con el número de agujero y el intervalo. En el caso de las muestras divididas, las bolsas se numeran de la misma forma, pero es posible que deba numerar una etiqueta dentro de la bolsa.

Como mínimo, las etiquetas deben incluir

- Nombre del sitio o proyecto (ubicación del agujero de perforación).
- Número del agujero de perforación.
- Fechas de perforación.
- Intervalo de muestreo (profundidad de la muestra) o número de identificación de la bitácora del geólogo.

Un ejemplo de etiqueta es: 21/7/01, agujero de perforación 5, 10,5-11,0 m

Si esto no es posible, las muestras deben, al menos, almacenarse por separado y en orden de recolección en un área despejada cerca de la plataforma de perforación.

1.5. Procedimientos post muestreo

Preservar la integridad de la muestra

Un elemento clave que debe considerar al realizar muestreo es la posible necesidad de proteger la muestra de cambios, especialmente si se transportará o almacenará por un tiempo. En resumen, proteger la integridad de la muestra.

Las muestras se recopilan para brindarnos información acerca de un proceso, un ecosistema, un producto, para cumplir requisitos legislativos, etc. La muestra se debe recolectar de una manera coherente para que sea usable y representativa del material del que se obtuvo.

Si fuera a realizar una prueba a una muestra ahora que está fresco, podría obtener un resultado diferente del que obtendría si realiza la prueba mañana o la próxima semana. Es posible que se deba realizar algunos pasos para proteger las muestras del deterioro.

En general, el tipo de preservación requerida está determinado por las propiedades de las muestras y las pruebas que realizará. Debe conocer los pasos de preservación de muestras que son importantes en su lugar de trabajo, y el procedimiento de muestreo indica exactamente lo que debe hacer.

Los siguientes ejemplos ilustran métodos comunes de preservación:

Es posible que la **temperatura** se deba mantener dentro de un rango discreto. Por ejemplo, es posible que las muestras de aguas residuales deban mantenerse en hielo en una hielera de entre 4º C y 8º C. Las temperaturas de almacenamiento en frío se suelen usar para desacelerar la descomposición y la mayoría de los tipos de cambios que pueden corromper muestras químicas, de alimentos, biológicas, médicas, ambientales y veterinarias.

Es posible que deba controlar **la atmósfera.** Es posible que deba almacenar la muestra en aire, oxígeno o en un gas inerte, como el nitrógeno.

El **tiempo** puede ser un factor crítico, y es posible que la muestra se deba transportar al laboratorio lo antes posible. Minimizar el tiempo entre el muestreo y las pruebas es una táctica general de preservación que limita el deterioro de todas las muestras.

Es posible que se deba controlar **la luz.** La oscuridad puede ser un conservante importante para muestras de plantas, como algas, y de seguro para analitos sensibles en muestras farmacéuticas, médicas y de alimentos. Por ejemplo, piense en un muestreo de químicos sensibles a la luz usados en la fabricación de películas fotográficas.

Las **muestras** deben mantenerse quietas para limitar la dispersión de sedimentos, la coagulación de algunos componentes o la acumulación de espuma.

Los cilindros de **concreto** se deben mantener húmedos y dentro de un rango limitado de temperatura.

Las muestras no intervenidas con tierra se deben mantener selladas para evitar la pérdida de humedad y se deben manipular con cuidado para no alterar la estructura.

El mantenimiento de la integridad de las muestras puede incluir:

- Tapas y contenedores apropiados (por ejemplo, vidrio, plástico, ámbar, opaco).
- Sellado de los contenedores de muestras.
- Purga de líneas y taladros de muestreo.
- Descontaminación de herramientas de muestreo entre la recolección de muestras consecutivas.
- Uso de conservantes apropiados.
- Control de temperatura, que puede incluir la prevención del contacto directo entre la muestra y el refrigerante, calor, etc.
- Transferencia de la muestra estéril en un contenedor estéril.
- Supervisión de las condiciones de almacenamiento.
- Trazabilidad empresarial o legal mediante etiquetado y registros adecuados de muestras.

Proteger las muestras de la contaminación

El muestreador necesita saber en qué etapa debe comenzar la preservación. Por ejemplo, ¿es en el momento en que la muestra se recolecta en el punto de muestreo de la línea de producción o se puede esperar hasta que la muestra regrese al laboratorio? Por ejemplo, puede ser necesario enfriar un material determinado de inmediato después que se recolecta o puede ser aceptable solo colocar la muestra en un refrigerador en el

laboratorio tiempo después. Consulte los procedimientos de trabajo para averiguar exactamente cómo manipular diferentes muestras.

Etiquetado de muestras

Un elemento clave en la preparación eficaz para el muestreo es la identificación de las muestras que tomará.

El etiquetado y la codificación se refieren a la información disponible en el contenedor de la muestra o el lote de la muestra. Los aspectos más importantes de las etiquetas y los códigos en las muestras es que le permiten vincular la muestra con su origen en el material inicial.

La etiqueta puede estar codificada y puede incluir:

- Fechas y horas de muestreo.
- Identificación del muestreador.
- Identificación de la fuente, incluidas las diversas ubicaciones en la fuente. Por ejemplo: lote concreto 12A, muestra de Harcourt Valley, etc.
- Las pruebas que se realizarán.

Sobre todo, es absolutamente necesario que la etiqueta y la muestra del contenedor coincidan. Algunas muestras se pueden contaminar al adherirse a las botellas o los contenedores que no estén diseñados para contener el producto. Tener el recipiente correcto de muestreo es tan importante como asegurar que los detalles de la etiqueta estén correctos, de modo que el resultado proporcionado no se vea afectado por su uso o sus detalles.

Los muestreadores con muchos contenedores vacíos y varias etiquetas preimpresas o contenedores vacíos preetiquetados deben asegurarse de hacer coincidir los detalles requeridos de forma correcta. Por lo tanto, es esencial implementar procedimientos sólidos de muestreo para minimizar el potencial de errores. Todo esto no sólo es válido para las muestras tomadas en el sitio, sino también para las muestras procesadas por el área de preparación y todas las muestras almacenadas y de reserva.

Cuando se utilizan contenedores con etiquetas preimpresas, es fundamental revisar cuidadosamente que siempre sean seleccionado los contenedores correctos

Identificar y registrar las características del ambiente de muestreo, incluidos los aspectos no estándares

Al recolectar las muestras para procesarlas, es extremadamente importante identificar y registrar la siguiente información:

- Fecha y hora de la muestra.
- Costura.
- Tonelajes.
- Peso.
- Detalles de extracción de la mina (ROM, run-of-mine o tal como sale de la mina).
- Detalles de la pila de acopio.
- Análisis de la muestra.
- Identificación de la muestra.
- Influencias ambientales.
- Configuraciones del proceso o la planta.

El estado físico de un sitio puede afectar la recolección de muestras en ese sitio. Recolectar muestras en un sitio también puede requerir el registro de las condiciones ambientales o del sitio en el momento en que se tomaron las muestras. Algunos factores que pueden afectar la integridad de la muestra son:

- Época del año.
- Temperatura.
- Fuego/humedad.
- Viento y polvo.
- Lluvia.
- Luz solar.
- Luz.
- Infección de insectos u otras pestes.

A veces, es posible que al realizar el muestreo se observe que hay una característica del material que no es típica: puede tener un aspecto, un olor o un tacto diferente de lo normal. Este u otros aspectos se deben observar e informar de inmediato al supervisor o líder de producción.

Si bien los resultados estándares de la prueba pueden demostrar que la muestra cumple con las especificaciones, es posible que el lote no sea adecuado. Preocuparse de

reconocer e informar las características atípicas en las muestras y sus materiales de origen, sin importar lo menores que parezcan, podría ser muy importante.

Aunque se tenga las mejores intenciones, a veces, puede ser imposible recolectar las muestras. Puede haber una serie de motivos:

- No puede encontrar o acceder al punto correcto.
- No puede retirar la cubierta o cierre.
- El material no se encuentra.
- No se puede acceder al material de muestreo, o este no se puede retirar: demasiado poco, demasiado grueso, etc.
- Llevó el equipo o implementó el método incorrecto.
- La situación parece inusual o peligrosa.

En una situación como esta, la respuesta es muy simple. Consulte al supervisor y/o informe a otro personal que deba recibir consejos sobre esta situación. En una situación peligrosa, esto se debe hacer de inmediato.

Mantención del equipo de muestreo

El equipo de muestreo que usa puede ser simple o complejo, y se puede usar para recolectar muestras de las siguientes características:

- Sólidos, líquidos o gases.
- Materiales homogéneos o heterogéneos.
- Muestras grandes o pequeñas.
- Muestras baratas o muy costosas.
- De rutina o no.
- Requerido por ley.
- Muestras en cuarentena o bajo condiciones estrictas de seguridad.
- Muestras calientes, frías o bajo presión.
- Muestras tóxicas, ofensivas, corrosivas, explosivas o inflamables.
- Muestras pesadas, livianas, gruesas o delgadas.
- Muestras que pueden cambiar con el tiempo o durante su almacenamiento.
- Muestras que requieren condiciones muy específicas de almacenamiento o manipulación.

Dicho rango de parámetros de la muestra requiere de equipos específicos de muestreo. Ya que el rango es tan variado, nos concentraremos en algunos de los principios subyacentes

relacionados con el uso de equipos. Existen varios procesos generales que se deben considerar al usar cualquier tipo de equipo.

- Debe:
- Leer, comprender y seguir los procedimientos.
- Seleccionar el equipo apropiado (tener en consideración las características de la muestra y los aspectos de salud y seguridad laboral).
- Realizar o asegurar que se realice el mantenimiento de rutina.
- Asegurar que el equipo se haya calibrado.
- Tratar el equipo con cuidado.
- Configurar el equipo correctamente antes de usarlo.
- Realizar verificaciones adecuadas de seguridad y rendimiento.
- Limpiar el equipo antes y después de usarlo según los requerimientos para no contaminar la muestra.
- Almacenar el equipo correctamente.

Recuperar y limpiar el equipo para almacenarlo

Al finalizar el proceso de muestreo, hay una acción importante más que debe realizar: verificar y documentar el mantenimiento del equipo antes de su almacenamiento. Es muy mal protocolo guardar equipos defectuosos.

Después del muestreo, revisar el equipo implica lo siguiente:

- Revisar las señales externas de daño: raspones, esquirlas, grietas, abolladuras, fugas de agua, etc.
- Revisar que se pueda realizar mantenimiento al equipo.
- Verificar que los consumibles se renueven: baterías, combustible, reactivos, rollo de papel de lectura, etc.
- Limpiar y secar el equipo.
- Asegurar que todos los accesorios estén presentes: unidades externas o registradores, tubos, transformadores, fuentes de energía, etc.
- Asegurar que el equipo se almacene en el contenedor adecuado: caja, estuche, bolsa, etc.
- Asegurar que el equipo se almacene en el ambiente adecuado: seco o húmedo, caluroso o frío, limpio, libre de polvo, libre de vibración, asegurado firmemente, encadenado, etc.

- Completar los libros de registro adecuados relacionados con el uso y mantenimiento.

Preparar muestras para el envío

Quien realice el proceso de muestreo, antes de realizar un envío deberá:

- Seguir los procedimientos para limpiar o descontaminar equipos y vehículos, si es necesario.
- Revisar todos los equipos, materiales y muestras según el inventario y guardarlos para un transporte seguro si se requiere.
- Asociarse con el personal relevante para reanudar la producción y/o los servicios normales según corresponda.
- Mantener la integridad de las muestras durante el transporte.
- Documentar los cambios realizados en los métodos de preparación
- Laboratorios externos.
- Almacenar, realizar pruebas y desechar las muestras.

Seguir los procedimientos para limpiar o descontaminar equipos y vehículos, si es necesario

Todos sabemos que si los equipos y las máquinas se mantienen bien, funcionarán de manera confiable por un período de tiempo más largo. Esto también es válido para los equipos e instrumentos usados para actividades de muestreo localizado, y asegurará que las muestras tomadas sean “confiables”.

En un ambiente donde varias personas comparten equipos y herramientas, es muy fácil que nadie se encargue de su cuidado: se pueden dejar sucias. Si bien es responsabilidad de todos los usuarios asegurar que esto no suceda, es útil tener sistemas o procedimientos al respecto. Estos incluirían el uso de libros de registros de uso, donde cada usuario debe firmar e ingresar los detalles de rendimiento, como una respuesta lenta o partes que necesitan reemplazarse. Un programa de mantenimiento documentado también es muy buena idea, ya que indica cuándo es necesario disponer de un ingeniero de mantenimiento.

Generalmente, la limpieza y descontaminación de equipos en la forma de mantenimiento, ajustes y calibración es realizada por técnicos de laboratorio. Se realiza para que las muestras no se contaminen y los resultados proporcionados sean precisos y confiables.

Las reglas básicas para el cuidado de vehículos son:

- Asegurar que se mantenga limpio en todo momento. Limpiar de inmediato los derrames y especial cuidado con las sustancias corrosivas.
- Asegurar que esté lleno de petróleo y de revisar con frecuencia elementos como el aceite, el agua y el estado de las llantas.
- Conozca y obedezca las leyes del tránsito y las reglas específicas del sitio. Un vehículo utilitario en un sitio minero no lo protege contra un gran camión.
- Cargue y asegure los equipos y materiales según las reglas del tránsito y del sitio.
- Realice periódicamente mantenimiento al vehículo e informe las fallas a la persona adecuada.

Revisar todos los equipos y materiales según el inventario y guardarlos para un transporte seguro

Al recolectar muestras en el sitio, hay una serie de acciones que debe realizar o elementos que debe cumplir:

- Correctos estándares de operación.
- EPP adecuado.
- Lista de las muestras que debe tomar y dónde debe hacerlo.
- Equipo adecuado en el sitio.
- El equipo debe estar en buen estado.
- Tipo y número adecuado de materiales en el sitio.

Si cualquiera de estos elementos no se cumple, es posible que pierda tiempo valioso. No podrá realizar el muestreo o recolectará las muestras incorrectas.

Por lo tanto, es importante revisar todos los equipos y materiales con el inventario, y almacenarlos y transportarlos de manera segura al sitio.

Alinearse con el personal pertinente para reanudar la producción y/o los servicios normales según corresponda

A veces, la planta o las partes de una planta deben dejar de funcionar para tomar las muestras. Por ejemplo, sólo se puede tomar muestras dentro de una planta de hornos si el horno se apaga y se implementan sistemas apropiados de seguridad.

Al final del proceso de muestreo, deberá hablar con el personal adecuado, y seguir los procedimientos y protocolos apropiados para reanudar las operaciones y la producción.

Esto es una parte esencial del proceso de muestreo y se debe incluir en el procedimiento operativo estándar.

El proceso para reanudar las producciones y los servicios normales incluye una serie de factores. Debe haber:

- Finalizado realmente el muestreo.
- Retirado todos los equipos y materiales del sitio.
- Revisado que no haya personas o personal en el sitio.
- Cerrado las cubiertas, los pestillos, portones, las puertas o rejas.
- Regresado las válvulas, llaves de paso, tapas de drenaje y otros elementos a su posición correcta.
- Haberse retirado del área si es requerido (por ejemplo, en operaciones mineras que usan explosivos).
- Informado al personal adecuado de fallas, fugas u otros problemas de seguridad que observó en el sitio.
- Revisado que las muestras cumplan con la especificación o llevarlas a la persona que las revisará. Las muestras que no cumplen con las especificaciones pueden indicar un problema de seguridad o producción.
- Informado al personal adecuado que las operaciones se pueden reanudar
- Entregado, completado y firmado la documentación requerida.

Mantener la integridad de la muestra durante el transporte

Las muestras pueden cambiar durante el transporte, y lo hacen. Su responsabilidad es garantizar la integridad de la muestra durante el transporte para que no se contamine. Es importante considerar los tipos de elementos que debe tener en cuenta. Hay una serie de factores que debe considerar y controlar durante el transporte para mantener la integridad de las muestras, como la temperatura, la atmósfera, la humedad, la luz, la presión, el pH, y la vibración o los golpes.

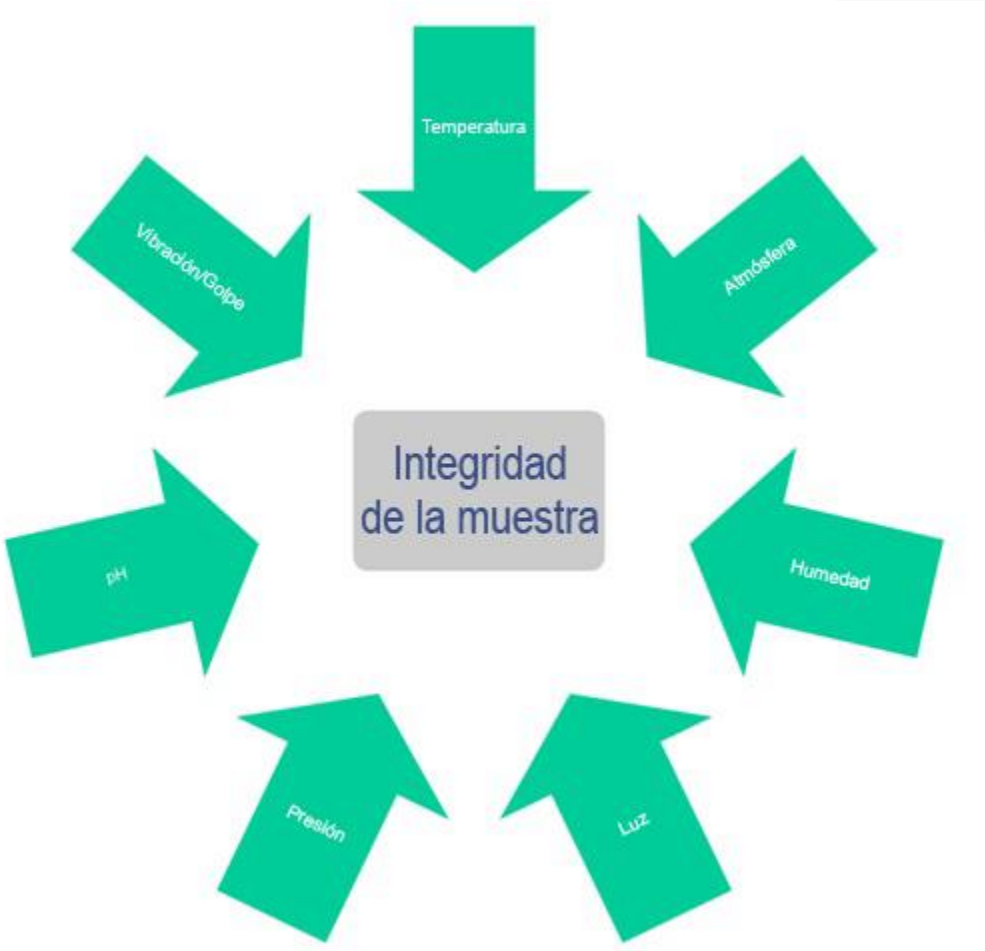


Figura 13

Documentar los cambios realizados a los métodos de preparación

Trazabilidad significa que la muestra y los resultados asociados con las pruebas de la muestra se pueden trazar mediante todo el sistema de documentación. La trazabilidad funciona en ambas direcciones. Por ejemplo: seguir una muestra a través del sistema desde el momento en que se tomó o trazar el resultado a través del sistema para ver cuándo y dónde se recolectó, y quién lo hizo.

Las muestras se deben registrar en sistemas que:

- Generen hojas de trabajo y códigos para ese lote de muestras.
- Expliquen a quienes realizan las pruebas qué se debe hacer.
- Soliciten que los resultados se ingresen, revisen y firmen como correctos.
- Calculen respuestas.
- Generen informes de los resultados para el personal relevante.

- Guarden los detalles del trabajo para futuras referencias.

Figura 14

Los registros se deben usar para verificar:

- Cuáles muestras y códigos se ingresaron.
- Cuándo se aceptaron, procesaron y completaron.
- Cuántos se aceptaron, procesaron y completaron.
- Quién es o era responsable de completar el trabajo.

Un registro es la primera fuente de consulta cuando surge una pregunta.

Las muestras que se van a transportar requieren:

Documentación

Esto brinda información para el transportador y el receptor de las muestras sobre qué muestras son, qué pruebas se realizarán y a quién se deben informar. Si corresponde, se deben incluir advertencias de riesgos específicos. Estas también deben describir las precauciones, los procedimientos de respuesta de emergencia y de eliminación que se deben seguir, por ejemplo, en caso de un accidente vial en la ruta.

Envasado

Este necesita conservar la muestra de manera adecuada, poder evitar derrames o daños y brindar seguridad.

Etiquetado

Es posible que los envases requieran etiquetas para cumplir con los requisitos legales de productos o materiales peligrosos. El etiquetado de las muestras ya se analizó anteriormente.

Al transportar las muestras, las siguientes precauciones se deben considerar para garantizar su integridad:

- Coloque las muestras en contenedores adecuados para el tipo de muestra.
- Etiquete la muestra de forma correcta.
- No almacene las muestras cerca de químicos.
- Protéjalas del calor y el transporte al aire libre.

Cuando las muestras no se almacenan o transportan correctamente, se pueden contaminar y no proporcionan resultados confiables.

Actividad N° 1

- **Nociones básicas de muestreo**

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.	✓

Objetivos de aprendizaje

- Comprender la importancia de la manipulación de las muestras.
- Distinguir entre muestras extraídas mediante método DDH y Aire reverso.
- Seguir instrucciones para manipular muestras.

Descripción de la actividad

Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, deberán seguir instrucciones para manipular muestras. El objetivo es concientizar al participante en la importancia que tiene manipularlas y distinguir entre método DDH y aire reverso.

Materiales

Proceso diamantina

- 5 Tubos de PVC de 50 mm cortados en diferentes tamaños con largos entre 30 cm y un metro, diferenciados uno del otro mediante perforaciones aleatorias.
- Caja para almacenar testigos.
- Huincha de medir.
- Tacos de madera.
- EPP completo.

Proceso aire reverso

- Cuarteador de muestras (sugerencia: cuarteador que divida la muestra en dos partes).
- 200 kg de ripio.
- 10 Sacos (volumen máximo 10 lts).
- Balanza.

Desarrollo

Parte 1: Testigos

En terreno los testigos se van ordenando de acuerdo a como salen del pozo, esto sumamente importante para que el geólogo vea donde se encuentra la posible veta del mineral. Un error en la manipulación de las muestras y en específico en el orden que se guardan, puede arruinar un sondaje de altísimo costo.

En esta actividad se practicará la correcta manipulación de las muestras con la rigurosidad que se debe tener en terreno. Para esto se necesitará que los tubos estén ordenado verticalmente en el orden que supuestamente salieron del pozo uno al lado del otro ascendentemente. Cada tubo deberá tener un punto 0 y 1. El instructor deberá marcar cada uno de estos puntos pero de manera tal que no sean reconocibles para el participante. Los participantes tendrán que ir tomando los testigos en el orden que les dio el instructor, medirlos y guardarlos en la caja de muestra siempre asegurándose que el orden se ha mantenido.

1. Se coloca un taco en el inicio de la caja, marcando el punto cero (0,0 m) de profundidad.
2. Se toma el testigo (A), se mide su longitud (a) y se coloca en la caja en el orden correcto.
3. Se pone un taco para demarcar la distancia desde la superficie hasta el final de la muestra, la cual es (a).
4. Se toma el testigo (B), se mide su longitud (b) y se coloca en la caja en el orden correcto.
5. Se pone un taco para demarcar la distancia desde la superficie hasta el final de la muestra, la cual es (a+b).
6. Se toma el testigo (C), se mide su longitud (c) y se coloca en la caja en el orden correcto.
7. Se pone un taco para demarcar la distancia desde la superficie hasta el final de la muestra, la cual es (a+b+c).
8. Se toma el testigo (D), se mide su longitud (d) y se coloca en la caja en el orden correcto.
9. Se pone un taco para demarcar la distancia desde la superficie hasta el final de la muestra, la cual es (a+b+c+d).
10. Se toma el testigo (E), se mide su longitud (e) y se coloca en la caja en el orden correcto.
11. Se pone un taco para demarcar la distancia desde la superficie hasta el final de la muestra, la cual es (a+b+c+d+e).

Ejemplo:

Caja para muestras

Geólogos trabajando con las muestras:

Parte 2: Sacos

En terreno los sacos al igual que los testigos se van ordenando de acuerdo a como salen del pozo, esto es sumamente importante para que el geólogo vea donde se encuentra la posible veta del mineral.

En esta actividad se practicará la correcta manipulación de las muestras con la rigurosidad que se debe tener en terreno. Para esto se necesitará

1. Instalar los sacos 1 y 2 en la salida del cuarteador de modo que el contenido de este se deposite en dichos sacos.

2. Pesar 20 kilos de ripio, verterlos en el cuarteador procurando que caigan 10 kg por saco. Volver a pesar los sacos.

3. Acopiar los sacos en orden, según procedimientos. Esto representa una muestra teórica de la roca o el suelo perforado desde la superficie hasta los 2 mts de profundidad.

4. Instalar los sacos 3 y 4 en la salida del cuarteador de modo que el contenido de este se deposite en dichos sacos.

5. Pesar 20 kilos de ripio, verterlos en el cuarteador procurando que caigan 10 kg por saco. Volver a pesar los sacos.

6. Acopiar los sacos en orden, según procedimientos. Esto representa una muestra teórica de la roca o el suelo perforado desde los 2 hasta los 4 mts de profundidad.

7. Instalar los sacos 5 y 6 en la salida del cuarteador de modo que el contenido de este se deposite en dichos sacos.

8. Pesar 20 kilos de ripio, verterlos en el cuarteador procurando que caigan 10 kg por saco. Volver a pesar los sacos.

9. Acopiar los sacos en orden, según procedimientos. Esto representa una muestra teórica de la roca o el suelo perforado desde los 4 hasta los 6 mts de profundidad.

10. Instalar los sacos 7 y 8 en la salida del cuarteador de modo que el contenido de este se deposite en dichos sacos.

11. Pesar 20 kilos de ripio, verterlos en el cuarteador procurando que caigan 10 kg por saco. Volver a pesar los sacos.

12. Acopiar los sacos en orden, según procedimientos. Esto representa una muestra teórica de la roca o el suelo perforado desde los 6 hasta los 8 mts de profundidad.

13. Instalar los sacos 9 y 10 en la salida del cuarteador de modo que el contenido de este se deposite en dichos sacos.

14. Pesar 20 kilos de ripio, verterlos en el cuarteador procurando que caigan 10 kg por saco. Volver a pesar los sacos.

15. Acopiar los sacos en orden, según procedimientos. Esto representa una muestra teórica de la roca o el suelo perforado desde los 8 hasta los 10 mts de profundidad.

El instructor chequear el correcto procedimiento y revisar que se hayan cumplido las instrucciones.

Cierre

La función del participante en esta actividad fue emular la manipulación de la muestra en un proceso de sondaje real. En el caso de los tubos de PVC estos representaron los testigos que irán sacando del pozo en el proceso de diamantina y en el caso de la actividad del ripio, estos sacos representan las muestras que se realizan a través del proceso de aire reverso.

Es importante destacar que el orden en que se sacan las muestras es de vital importancia, ya que el proceso geológico de reconocimiento de vetas minerales depende de una manipulación adecuada.

En el proceso de diamantina es fundamental que se recupere sobre el 90% de la muestra, debido a que a veces existe pérdida por condiciones del terreno, como roca muy frágil o por la mala manipulación de parte de los ayudantes, lo que es muy costoso para la empresa a cargo del sondaje.

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

AngloAmerican

ANTOFAGASTA MINERALS

BARRICK

bhpbilliton
resourcing the future

CODELCO
Orgullo de Todos

COLLAHUASI

FREEPORT-McMoRAN COPPER & GOLD

GLENCORE

KGHM
POLSKA MIEDŹ S.A.

LUMINA
COPPER CHILE

Teck

YAMANAGOLD