



## Cuaderno de Evaluación Operador Espesamiento – Filtrado y Transporte de Concentrado

Una iniciativa de:



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  
Álvaro Catalán C., Consultor de Proyectos

### Equipo Codelco División Chuquibambilla

Pedro Juan Molinet, Gerente Concentradora  
Martón Bravo T., Ejecutivo RRHH Concentradora  
Hugo Miranda P., Supervisor Desarrollo de Personas  
Jorge Torres S., Ingeniero Jefe de Operaciones  
Claudia Blaña D., Ingeniero Jefe MOFI  
José Vargas R., Jefe de Turno MOFI  
Osvaldo Campos M., Ingeniero Jefe Relave  
José Guzmán C., Ingeniero Jefe Senior Mantenimiento Mecánico  
Jorge Uribe M., Superintendente Mantenimiento Eléctrico

### Equipo Centro de Entrenamiento Industrial y Minero (CEIM)

José Antonio Díaz A., Gerente General  
Fernando Villalobos S., Gerente Desarrollo de Competencias  
María Arias Z., Directora de Proyecto  
Mario Catalán M., Instructor Especialista Proc. Sulfuros  
René Cisternas M., Instructor Especialista Proc. Sulfuros  
Alex Vergara C., Instructor Senior Mant. Mecánico  
Manuel Macías V., Instructor Senior Mant. Mecánico  
Jorge Méndez C., Instructor Senior Mant. Eléctrico  
Martín Baltazar R., Instructor Senior Mant. Eléctrico  
Marcelo González M., Ingeniero Espec. Proc. Concentrado  
Julio Arancibia C., Ingeniero Especialista Mant. Eléctrico  
Fernando López P., Especialista Mant. Mecánico  
Rafaella Sarroca D., Asesor Metodológico  
Sebastián Montivero D., Editor Procesamiento Sulfuros  
Constanza Escobar G., Editor Mantenimiento Mecánico  
Yeliza Garcés A., Editor Mantenimiento Eléctrico  
Patricia Cepeda A., Editor Mantenimiento Eléctrico  
Melania Ortiz R., Carolina Pastenes P., Coordinadoras Proyecto

Consejo Minero

Dirección: Apoquindo 3500, Piso 7, Las Condes, Santiago.

Teléfono: (562) 2347 2200

[www.ccm.cl](http://www.ccm.cl)

Este material ha sido elaborado por el Centro de Entrenamiento Industrial y Minero - CEIM, con la colaboración metodológica de Innovum Fundación Chile, para la División Chuquicamata de Codelco. Esta institución ha dispuesto este material para el desarrollo del capital humano de la industria minera, permitiendo su utilización y distribución por parte del Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero.

El siguiente 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 sus contenidos para fines de formación, citando siempre el documento fuente, pudiendo incluso adaptarlo para satisfacer los requerimientos de los participantes. Se prohíbe la reproducción, adaptación o distribución 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 SIN FINES COMERCIALES.  
© 2017, Corporación Nacional del Cobre de Chile.

## Índice

Introducción .....	6
Descripción general de la sección 2: Evaluación de Salida .....	6
Sección 1 Instrumento de Evaluación de Proceso .....	9
Módulo I: Aislación y Bloqueo .....	10
1. Aislación y bloqueo .....	11
2. Entrega de trabajos .....	14
Módulo II: Técnicas de Muestreo .....	15
3. Técnicas de Muestreo .....	16
4. Métodos de muestreo .....	18
5. Tipos de Muestreo .....	19
6. Preparación mecánica de las muestras .....	21
7. Análisis Granulométrico .....	22
Módulo III: Operación de Equipos de Conducción de Relaves, Depositación y Recuperación de agua .....	23
8. Fundamentos de la conducción de Relaves. ....	24
9. Reología .....	29
10. Variables del proceso de Transporte de Relaves. ....	30
11. Recuperación de agua desde el tranque de Relaves. ....	31
12. Tipos de bombas de impulsión de pulpas. ....	32
Módulo IV: Operación de Equipos de Filtración. ....	35
13. Operación del proceso de filtración .....	36
14. Funcionamiento de los diferentes tipos de filtros. ....	40
15. Variables y Parámetros de Operación .....	47



Módulo V: Operación de equipos de transporte de concentrados.....	48
16. Transporte de concentrados por mineroducto.....	49
17. Reología de pulpas. ....	50
18. Componentes de un Mineroducto.....	51
Módulo VI: Operación de Equipos de Espesamiento. ....	52
19. Terminología. ....	53
20. Clarificación .....	53
21. Floculantes. ....	54
22. Clarificadores y espesadores.....	55
23. Espesadores.....	56
EVALUACIÓN CONDUCTUAL DE PROCESO (*) .....	58
Sección 2 Instrumento de Evaluación.....	62
Instrucciones para el organismo formador/instructor .....	63
Instrumentos de Evaluación.....	68
Pautas de Corrección .....	80
EVALUACIÓN CONDUCTUAL DE SALIDA (**) .....	89
Instructivo de apoyo.....	92
Porcentajes de aprobación y calificación.....	93

## Introducción

La evaluación corresponde a cualquier situación, recurso, procedimiento o instrumento que se utilice para obtener información sobre la marcha del proceso de formación. Permite conocer las competencias que fueron adquiridas por los participantes y que a futuro son las que le servirán en el mundo del trabajo.

El documento tiene una estructura similar al cuaderno del instructor, es decir, la misma división de módulos y contenidos.

Al interior de cada módulo el instructor encontrará set de preguntas y sus respectivas respuestas.

Se sugiere realizar evaluaciones parciales de cada uno de los módulos consignados en el Cuaderno del Instructor. Para tal efecto se recomienda seleccionar algunas preguntas para realizar los test y construir una pauta de evaluación para esto.

Se recomienda preparar a los participantes antes de la evaluación final del programa Operador Espesamiento-Filtrado y transporte de concentrados y mediante el trabajo en las distintas sesiones, dar respuesta a las inquietudes que surjan durante el proceso de formación.

Cabe señalar que las actividades prácticas sugeridas en el Cuaderno del Instructor pueden ser utilizadas como evaluaciones de proceso de los contenidos vistos en cada módulo. Para el óptimo desarrollo de las actividades, el participante cuenta con un cuaderno de actividades, que posterior a su realización, serán verificadas y firmadas por el instructor y podrán ser parte del portafolio de evidencias de cada participante.

## Descripción general de la sección 2: Evaluación de Salida

El Instrumento de Evaluación de Salida, tiene por objetivo proveer de todos los elementos necesarios para evaluar los aprendizajes esperados al finalizar el programa, diseñado en base a las competencias y Trabajar con seguridad.

Esta herramienta se organiza en 4 partes, que son:

#### 1) Instrucciones para el organismo formador/instructor:

- Corresponde a la ficha descriptiva de la situación evaluativa.
- Incluye: aspectos a evaluar, metodología, equipamiento, disposición del espacio de evaluación, entre otros elementos importantes al momento de evaluar.

#### 2) Instrumentos de evaluación:

- De conocimiento: Corresponde a una prueba de aplicación individual, escrita, que incluye ítems de preguntas abiertas (breves y extensas), preguntas cerradas (de reconocimiento y selección múltiple)
- De habilidad: Corresponde a un caso práctico con las instrucciones necesarias para la ejecución de un proceso técnico, de acuerdo a los criterios de evaluación de salida del programa
- De actitud: Corresponde a una lista de chequeo de las principales actitudes conductuales del participante, demostradas durante el todo el proceso de formación. Este instrumento debiera ser completado por el instructor en al menos dos ocasiones: durante el proceso de desarrollo del programa y al final del proceso, al aplicar la evaluación de salida. Una vez completado deberá retroalimentar al participante señalándole sus áreas de mejora.

#### 3) Pautas de corrección:

- De conocimiento: Incluye las respuestas correctas a las preguntas abiertas, breves y extensas, así como también de las preguntas cerradas de reconocimiento y selección múltiple.
- De habilidad: Incluye los criterios de revisión de los procesos ejecutados; listas de chequeo, escalas de apreciación y/o rúbricas, según corresponda.
- De actitud: Incluye la lista de observación de los aspectos conductuales a evaluar y los criterios que se deben asignar a cada aspecto.

#### 4) Porcentaje de aprobación

- Corresponde a los porcentajes de aprobación de cada instrumento, que permite obtener las calificaciones de cada prueba y su ponderación en una calificación final.



## **Sección 1 Instrumento de Evaluación de Proceso**

# Módulo I: Aislación y Bloqueo

## **1. Aislación y bloqueo**

1. ¿Quién bautizo a la electricidad con el nombre que actualmente conocemos?

El sabio griego Tales de Mileto.

2. ¿Quién invento el pararrayos?

El científico Benjamín Franklin.

3. ¿Qué consecuencias trajo el hecho de que las personas se beneficiaran, investigaran y tecnificaran el uso de la electricidad?

Asumieron muchos riesgos pues desconocían verdaderamente el peligro que envolvía y mediante el ensayo y error ocurrieron muchos accidentes.

4. ¿Que define el marco regulatorio del artículo 1 del decreto 132?

- a) Proteger la vida e integridad física de las personas que se desempeñan en dicha Industria y de aquellas que bajo circunstancias específicas y definidas están ligadas a ella.
- b) Proteger las instalaciones e infraestructura que hacen posible las operaciones mineras, y por ende, la continuidad de sus procesos.

5. ¿Qué artículo del DS132, señala que previamente a efectuar una mantención y o reparación de maquinarias y/o equipos, deben colocarse los dispositivos de bloqueos y advertencia?

Artículo 52.

6. ¿Qué se define como aislamiento?

Es la acción de dejar sin energías un equipo o instalación, antes de que este sea bloqueado para ser intervenido en forma segura.

7. ¿Qué se define como bloqueo?

Es la acción de asegurar el aislamiento, con un dispositivo propio al equipo o anexo a éste, con el objetivo de que las energías de operación y/o residuales no puedan liberarse fuera del control del personal que efectúa la revisión, mantención y/o reparación del equipo o instalación.

8. ¿De qué elementos está compuesto el bloqueo?

Candado, cadenas, cuñas y otros dispositivos auxiliares que ayuden a asegurar el aislamiento, más tenaza y tarjeta.

9. ¿A que se le denomina energía de operación?.

Se denomina energía de operación ala utilizada para la operación normal del equipo y que se aíslan con el accionamiento de elementos de maniobra claramente definidos y señalizados.

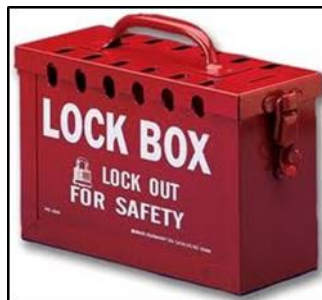
10. ¿Cuáles son las energías qué están dentro de la clasificación de “Energías Residuales”?

Las energías eléctricas, mecánicas, hidráulicas, neumáticas, químicas, térmicas y radiantes, las cuales hay que identificar y controlar, efectivamente, durante el proceso de bloqueo.

11. ¿Qué sistemas deben aplicar el procedimiento de bloqueo?

Son todos aquellos que utilicen cualquier forma de energía como eléctricas, mecánicas, hidráulicas, neumáticas, químicas, radiantes, residuales, gravitacional, radiactivas, gases, fluidos bajo presión y térmicas.

12. ¿A qué elemento corresponde la siguiente figura?



Canastillo de bloqueo múltiple.

13. Indique los tipos de candados y tarjetas utilizados en los procedimientos de bloqueo.

Candado y tarjeta Departamental, candado y tarjeta personal.

14. ¿Los dispositivos principales para un bloque personal son?

Candado personal, tarjeta y tenazas.

15. ¿La persona que debe retirar los dispositivos de bloqueo es?

- a) Cualquier persona.
- b) El supervisor.
- c) El gerente.
- d) La misma persona que los instalo.

16. ¿A qué se le denomina permiso de trabajo?

Documento firmado y emitido por el jefe de Turno, o quién lo reemplace de un Área, Sección o Departamento, mediante el cual se autoriza la ejecución de un trabajo o actividad en áreas clasificadas como restringidas o actividades potencialmente peligrosas y, que por tanto, sólo podrán ejecutarse si cumplen con todos los requisitos y medidas de seguridad, prevención y control de riesgos y ambientales, aplicables a la actividad y bajo estricta supervisión y control.

17. ¿A qué se les denomina las 5c?

Se les denomina 5c a:

1. Complementariedad.
2. Coordinación.
3. Comunicación.
4. Confianza.
5. Compromiso.

18. Defina las metas del trabajo en equipo.

- Otorga oportunidad de aprendizaje mutuo.
- Agiliza planes y programas – Ahorra tiempo.
- Favorece la identidad de las personas con su organización.
- Permite acciones más asertivas, eficaces y creativas.
- La persona se siente parte de los logros.

19. ¿Con cuántos pasos cuenta el procedimiento de pruebas de energías potenciales y residuales?

Seis pasos.

20. ¿Cuántas clases tiene la norma chilena para clasificar las sustancia peligrosas?

Nueve clases.

21. ¿Qué indica cada color en el rombo de la NFPA?

Color Rojo: Inflamabilidad.

Azul: Riesgos para la salud.

Amarillo: Reactividad.

Blanco: Características especiales.

22. ¿A qué se le denomina “Prueba de energía cero”?

Condición que permite asegurar por personal calificado y autorizado, que están aisladas todas las energías principales y residuales, dentro de la zona de influencia de una máquina, equipo o instalación.

23. ¿Que es importante recordar en el control de energía cero?

Antes de iniciar el trabajo, se deberán examinar y liberar las energías (residuales y potenciales) de todos los mecanismos con posible energía almacenada, provenientes de fuentes de vapor, circuitos hidráulicos y neumáticos, resortes comprimidos, cargas suspendida, condensadores e inductancias, fuentes radiactivas, elementos y compuestos reactivos, y todo otro elemento que pudiera poner en peligro la integridad del personal que trabaja en el área.

## ***2. Entrega de trabajos***

24. ¿Qué factores hay que considerar en la entrega de un equipo?

El housekeeping del área, desbloqueo del sistema y recepción del equipo.

25. ¿Para qué ámbitos, el orden y el aseo son factores importantes?

Para la salud, la seguridad, la calidad de los productos y en general para la eficiencia del sistema productivo.

26. ¿Cuáles son los logros que son el resultado de la aplicación del orden y aseo?

- Salud y eficiencia personal.
- Seguridad y eficiencia del sistema productivo.
- Reducción de los costos.
- Conservación del medio ambiente.

27. Cada vez que se termine un trabajo, hay que como mínimo:

- Ejecutar una buena limpieza el área de trabajo, eliminando los desechos y residuos industriales de acuerdo a la clasificación de incidentes ambientales.
- Recolectar y devolver las herramientas y equipos a su lugar de almacenaje.
- Recolectar y clasificar en contenedores adecuados los residuos peligrosos generados y de acuerdo a normativa.
- Limpiar y ordenar todo el lugar.

28. Cuando se termine la actividad y antes de la entrega del equipo, se debe realizar:

- Retiro de bloqueos.
- Coordinar con operaciones y eléctricos el retiro de bloqueos.
- Proceder a entregar el equipo a operaciones para realizar las pruebas y continuar con el desarrollo del proceso.
- Notificar a sala de control o a quien corresponda, que el trabajo ha concluido y el equipo se encuentra en condiciones para operar.



## **Módulo II: Técnicas de Muestreo**

### ***3. Técnicas de Muestreo***

29. ¿Qué pasa con las características físicas y químicas de los minerales, cuando estos ingresan al proceso productivo?

Se modifican, de modo de alcanzar los objetivos que se persiguen.

30. ¿A qué se le denominan muestras?

Pequeñas porciones de mineral sólido, líquido o mezclas de ambos de cada línea de flujo, que se separan sistemáticamente y acumulan en el tiempo.

31. ¿Qué representa una muestra?

Al total de la masa que estaba involucrada en el flujo en cuestión.

32. ¿Cómo se le llama a la combinación de varias muestras?

Compósito.

33. Mencione un propósito del muestreo de minerales.

Control de proceso de las distintas etapas de la operación de una planta de procesamiento.

34. ¿Qué parámetros podemos seguir con el muestreo?

Humedad, distribución de tamaño de partículas, gravedad específica, porcentaje de un cierto componente, etc.

35. ¿Cuál es el objetivo más importante del muestreo?

El objetivo es que la muestra sea representativa, es decir, contenga todos los componentes en la misma proporción en que éstos existen en el material original.

36. De la pregunta anterior, ¿Cómo podríamos definir entonces al muestreo de mineral?

Una labor de Control de calidad, que permite conocer "que está pasando en el proceso", o la "calidad final de productos, subproductos o productos intermedios".

37. ¿Qué es lo que dificulta la representatividad de una muestra tomada en una pulpa de concentrados?

Lo que dificulta la representatividad es que los sólidos raramente se mezclan perfectamente.

38. Para evitar lo anterior, ¿Qué instrumentos debemos aplicar para tomar una muestra en pulpas de concentrado?

Muestreadores automáticos o manuales.

39. Nombre dos ejemplos de muestreadores manuales para pulpas de concentrado.

Cortador de flujo de pulpa, Muestreador de fondos de estanques.

40. ¿Qué se minimiza cuando se aplica el muestro con cortadores de muestras automático?

Se minimizan variables en la alimentación de flujos tales como segregación por tamaño durante el carguío, sedimentación de partículas en una pulpa debido a cambios de velocidad, cambios de presión, etc.

41. ¿Cuándo la muestra se vuelve representativa en el muestreo con cortadores automáticos?

Cuando el cortador se mueve a través del flujo a intervalos regulares, el incremento de muestra obtenido es considerado representativo del flujo al momento de ser tomada la muestra.

42. ¿Por qué es necesario llevar un control de la densidad de la pulpa?

Para obtener una mayor eficiencia de los equipos de proceso en la planta.

43. ¿Cuáles son los elementos necesarios para medir la densidad de una pulpa?

Balanza de densidad y el balde metálico.

44. Indique los pasos para la comprobación del cero en la balanza de pulpa.

- Usando un dedo y el pulgar, tape los orificios en la parte superior del balde. Llene el balde con agua.
- Suspenda el balde desde el gancho en la balanza de densidad y permita que el exceso de agua drene por los orificios.
- Cuando el agua haya dejado de fluir por los orificios, limpie suavemente la parte inferior del balde sin derramar nada de su contenido.
- Si la escala exterior (denominada peso específico de pulpa) no lee 1, corrija con el dispositivo de ajuste de la balanza (normalmente un gran tornillo en la parte inferior de la balanza) para que dé la lectura de 1 deseada. Haga esta revisión al comienzo de cada turno.

45. Enumere los pasos para el procedimiento de medición de la densidad de la pulpa de concentrados.

1. Introduzca el balde muestreador limpio en la corriente de pulpa a ser medida o, si es posible, obtenga la muestra de un cortador de muestras. Al tomar muestras en el extremo de una línea

provista de válvula, permita que la línea drene al menos durante 10 segundos antes de cortar la muestra.

2. Tome una muestra de la corriente usando un cortador de muestras más pequeño (menos volumen) que el balde muestreador. No permita que el cortador de muestras rebalse.

3. Vacíe completamente el cortador de muestras dentro del balde muestreador.

4. Repita si es necesario, pero no llene el balde muestreador más allá de los dos orificios.

5. Limpie o lave el exceso de arena o agua desde el exterior del balde sin derramar el contenido.

6. Lea la densidad (en porcentaje de sólidos) del círculo apropiado de la balanza, de acuerdo con el peso específico de los sólidos.

7. Después de obtener la lectura, vacíe y limpie el balde.

8. Registre la lectura de densidad en el informe del operador de turno.

46. ¿Qué característica particular en los sólidos, obliga a diseñar la toma de muestras?

La heterogeneidad.

47. En las siguientes figuras, complete la línea con la forma correcta e incorrecta de tomar una muestra en una cintra transportadora.



Toma de muestra correcta



Toma de muestra incorrecta

48. ¿Qué método se recomienda para muestrear material particulado estático?

Se recomienda llevar a cabo la toma de muestra con sondas metálicas que permitan obtener una muestra de secciones en vertical u horizontal, para compensar la posible heterogeneidad de la muestra.

#### **4. Métodos de muestreo**

49. Indique cuantos métodos de muestreo existen.

Dos, manual y automático.

50. Indique cuatro elementos para el muestreo manual.

Cucharones, tubos de presión reducida, sondas.

51. Respecto a la pala de muestreo JIS, se fabrican con diferentes dimensiones debido a:

Tamaño máximo de partículas de un lote.

52. ¿Qué otros aspectos se debe considerar al elegir una sonda de muestreo?

- Largo.
- Material de construcción.
- Ángulo de penetración.

53. Explique el método de muestreo automático.

En estos métodos, las muestras de material son tomadas cuando éste está en movimiento, en el punto cuando se produce la descarga por caída libre, realizando un corte transversal al flujo.

54. ¿Qué factores afectan la representatividad en el muestreo automático?

- Frecuencia de corte de la muestra.
- Técnica empleada para obtener la muestra.
- Condiciones de resguardo frente a la contaminación.

## **5. Tipos de Muestreo**

55. ¿Que considera el muestreo al azar?

Considera que todas las unidades que componen el material (sólido, líquido y pulpas) a estudiar, tiene la misma probabilidad de ser tomadas como incremento de la muestra que represente el material.

56. ¿Qué ventajas presenta el muestreo al azar?

Son su economía y la rapidez con que se lleva a cabo.

57. ¿Cuándo se aplica el muestreo al azar?

Cuando hay poca información del material en observación, cuando el material sea muy homogéneo o cuando se controla productos manufacturados y únicamente basta resultados no muy exactos.

58. Señale el inconveniente que tiene el muestreo al azar.

El inconveniente principal es la dificultad de conseguir que todos los componentes estén verdaderamente representados cuando toman pequeñas porciones, particularmente si el tamaño de las partículas no es uniforme.

59. El muestreo sistemático:

- a) En este tipo de muestreo los incrementos son recolectados a intervalos regulares en términos de masa, tiempo y espacio no definidos.
- b) En este tipo de muestreo los incrementos son recolectados a intervalos irregulares en términos de masa, tiempo y espacio definido de antemano.
- c) En este tipo de muestreo los incrementos son recolectados a intervalos regulares en términos de masa, tiempo y espacio definido de antemano.
- d) Ninguna de las anteriores.

60. ¿De qué parte consta un muestreador automático de correas?

De un aparato de muestreo primario o cortador y un sistema para transportar el material colectado hasta un lugar conveniente para la trituración y una división adicional de muestra.

61. ¿Cuál es el nombre del muestreador que se utiliza para muestrear corrientes de mineral en una cinta transportadora?

Muestreador Vezin.

62. ¿Qué nombre recibe el muestreador automático en las pulpas de concentrado?

Válvulas de disco con movimiento horizontal.

63. ¿En qué consiste el muestreo Estratificado?

Es una importante extensión del muestreo sistemático que involucra la división de un lote en grupo.

64. Mencione dos ejemplos de muestreo estratificado.

- El muestreo de materiales transportados en un gran número de vagones o contenedores que se movilizan a diferentes horas y que deben ser considerados en el mismo lote. Es una buena práctica aprovechar la estratificación inherente y muestrear la carga de cada vagón o contenedor en forma proporcional a su peso.
- En el caso de muestreo de tambores con líquido más sedimento, el método más preciso a emplear es el esquema de estratificación, se muestrean las dos fases en proporción de sus pesos.



## 6. Preparación mecánica de las muestras

65. Indique dos métodos reductores de muestras.

- Métodos de división manual.
- Método de división por riffles.

66. ¿En qué consiste el método de conos y cuarteo?

Este es un antiguo método usado para dividir pequeñas cantidades de material, caracterizado por su simplicidad y no requerir equipos especiales. Consiste en construir, previa homogenización un cono con el material y luego aplastarlo formando una torta circular. Esta torta se divide en cuatro partes iguales, cortándola a través de su centro, seleccionándose dos fracciones opuestas y descartándose las otras dos.

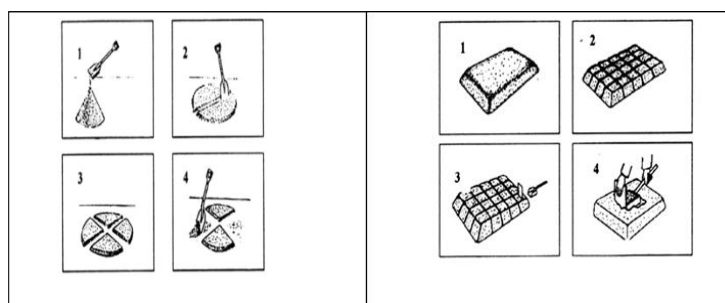
Las fracciones escogidas pueden ser otra vez sometidas a cono y cuarteo, y así continuar hasta que se obtiene una muestra del tamaño requerido. El método es muy dependiente de la habilidad del operador, por lo que en general no debiera usarse para un muestreo exacto.

67. ¿En qué consiste el método de división por incrementos?

El método consiste en mezclar bien la muestra y esparcirla en una superficie plana, dando una forma rectangular con espesor uniforme que depende del tamaño máximo de las partículas. El rectángulo se divide en partes iguales, a lo largo y ancho, de manera de tener por lo menos unas 20 partes.

Usando una pala adecuada según el tamaño de las partículas, se extrae una palada llena (incremento) desde cada parte en que se dividió el rectángulo. El punto extracción de los incrementos debe ser cada vez seleccionada al azar y la pala debe penetrar hasta el fondo de la capa de la muestra. La extracción debe de realizarse con la ayuda de una placa que evite el deslizamiento del mineral. Los incrementos deben juntarse y mezclarse para formar la muestra.

68. De las siguientes figuras, complete la línea con el tipo de método de división de muestras pertenece.



Método de cono y cuarteo

Método de división por incrementos.

69. Defina que es un muestreador de Riffle.

El rifle es un aparato que se utiliza para la división de muestra. Los rifles se identifican por números, y se seleccionan de acuerdo al tamaño de partículas de la muestra a dividir.

## **7. Análisis Granulométrico**

70. ¿Cómo se llaman lo elementos para realizar el análisis granulométrico a una muestra de mineral?

Se llaman Tamices.

71. ¿Qué función cumple el Ro- Tap?

El Ro - Tap proporciona a las partículas dentro de los tamices un movimiento rotativo excéntrico horizontal mediante una manilla colocada en la parte superior del equipo, se aplica a los tamices un golpe seco, para proporcionar a las partículas un movimiento vertical.

72. De la siguiente tabla de análisis granulométrico, complete los valores de retenido acumulado. (Realice los cálculos en la misma hoja).

Malla	Retenido parcial	Retenido acumulado
#10	215,6	425,9
#20	210,3	636,2
#30	80,5	716,7

## **Módulo III: Operación de Equipos de Conducción de Relaves, Depositación y Recuperación de agua.**

## **8. Fundamentos de la conducción de Relaves.**

73. ¿Respecto a los relaves, que es lo que pasaba hace algunas décadas atrás?

Era común en Chile y en otros países de tradición minera, deshacerse por ejemplo, de los relaves derivados de las operaciones Minero metalúrgicas, arrojándolos en lechos de ríos, lagunas, quebradas, valles o al mar próximo y cuando en las cercanías de algunas faenas mineras no se disponía de estos sectores naturales tan "convenientes".

74. ¿Qué exige la normativa Chilena vigente respecto a los relaves de las operaciones mineras?

Regula todo lo relacionado con los “Depósitos de Residuos Masivos Mineros”, en lo técnico y ambiental exige que se cumplan diversos requerimientos de seguridad, destinados a la protección de las personas y el medio ambiente.

75. ¿Definición técnica de Relave?

Suspensión fina de sólidos en un líquido”, constituidos fundamentalmente por el mismo material presente in situ en el yacimiento, al cual se le ha extraído la fracción con mineral valioso.

76. ¿En qué proporción comúnmente se maneja la cantidad agua versus cantidad de sólidos en un relave?

Razón aproximada de agua/sólidos que van del orden de 1:1 a 2:1.

77. Mencione dos ejemplos de la proporción de agua y sólidos en los relaves.

- Una masa de relaves con un contenido de agua suficientemente bajo (por ejemplo, relaves filtrados) no escurrirá gravitacionalmente.
- Si las partículas sólidas son de muy pequeño tamaño (equivalentes a arcillas), se demorarán un gran tiempo en sedimentar, manteniéndose en suspensión y alcanzando grandes distancias respecto al punto de descarga antes de sedimentar.

78. ¿Cuáles son los aspectos a considerar antes de definir las alternativas para la deposición de relaves?

- Características de los relaves que produce la planta (cantidad suficiente de material tamaño arena).
- Costo del agua (si es escasa, se justifican inversiones en equipos para optimizar su recuperación).
- Características del lugar de emplazamiento del depósito de relaves.

79. Para la opción de descarga de relaves completo ¿Qué se requiere disponer?

Se debe disponer de un volumen suficientemente grande para permitir almacenar todos los relaves que se producirán durante la vida útil de la planta. Pueden utilizarse cavidades "pre-existent" como: rajos mineros abandonados, depresiones naturales en superficie, cavernas naturales, antiguas minas subterráneas abandonadas, etc.

80. ¿En qué consiste la opción de construcción del muro resistente con relave?

Corresponde a tratar los relaves provenientes de la planta, de manera de separar la fracción gruesa (arenas de relaves) de la fracción fina (lamas), para poder utilizar la primera como material para la construcción del muro perimetral y descargar la segunda a la cubeta de embalse.

81. ¿A qué se le denomina en Chile como tranque de relaves?

Se le denomina a 3 formas o métodos de crecimiento distintas: Crecimiento del muro hacia "aguas arriba" (no lo contempla la legislación actual en Chile), crecimiento del muro hacia "aguas abajo" y crecimiento del muro según el método llamado "eje central o mixto".

82. En que opción de descarga de los relaves, se encuentra el método espesar el relave.

- a) Opción c.
- b) Opción a.
- c) Opción b.
- d) Ninguna de las anteriores.

83. Que pasa cuando la relación solido - agua es menor a un 50 % en una pulpa de relaves.

- a) No hay cambios.
- b) La pulpa de relaves se comporta como lodo viscoso que escurrirá con pendiente menores al 2% y se produce segregación de las partículas con la distancia al punto de descarga.
- c) La pulpa de relaves se comporta como suspensión acuosa, y escurrirá incluso con pendientes menores al 2% y se produce segregación de las partículas con la distancia al punto de descarga.
- d) Ninguna de las anteriores.

84. Al movimiento del agua a través del material, la definición corresponde a:

- a) Permeabilidad.
- b) Impermeabilidad.
- c) Densidad relativa.
- d) Infiltración o filtración.

85. Enumere los tipos de depósito de relave que están vigentes en Chile.

- Tranques de Relaves.
- Embalses de Relaves.
- Depósito de Relaves Espesados.
- Depósito de Relaves Filtrados.
- Depósito de Relaves en Pasta.

86. ¿Qué altura puede llegar a tener muro en un tranque de relaves?

- a) 5 metros
- b) 25 metros.
- c) 100 metros
- d) Ninguna de las anteriores.

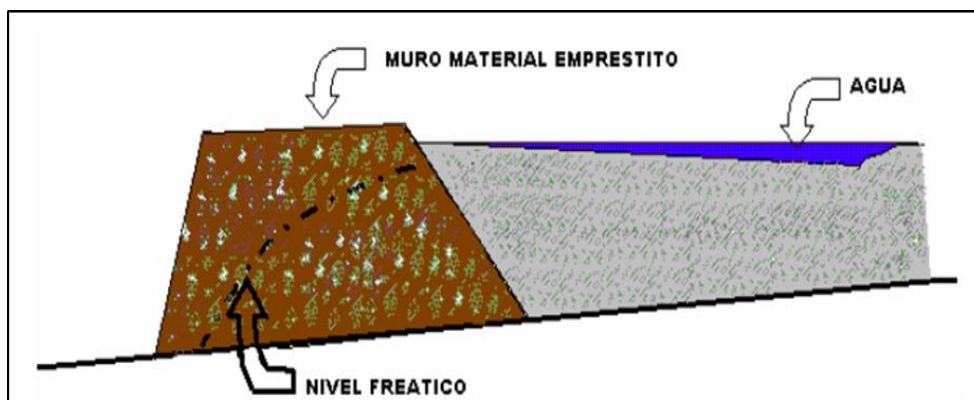
87. ¿Qué equipo se utiliza para seleccionar las arenas y lamas en la construcción de un muro aguas arriba?

- a) Molino
- b) Correa transportadora.
- c) Harnero.
- d) Hidrociclón.

88. El embalse de relaves, se diferencia del tranque en:

- a) El muro construido en el tranque es de relleno, en el embalse no.
- b) El muro construido en el embalse es de relleno, en el tranque no.
- c) No hay diferencias.
- d) Ninguna de las anteriores.

89. La siguiente figura corresponde a:





- a) Depósitos de relaves espesados
- b) Depósitos de relaves filtrados.
- c) Embalse de relaves.
- d) Tranque de relaves.

90. ¿Qué sucede cuando en una pulpa de relave, la concentración de sólidos es baja?

El escurrimiento de la pulpa produce una segregación de materiales, depositándose en primer lugar los granos mayores y a continuación y separadamente, los más finos.

91. Relacionado con la anterior, ¿Qué pasa cuando la concentración de sólidos es alta?

Si por el contrario, la pulpa es concentrada (del orden del 50% o más), la pulpa escurre como un todo sin ocasionar segregación.

92. ¿Cuál es la diferencia entre los relaves filtrados y los relaves espesados?

Este tipo de depósitos de relaves es muy similar al de los relaves espesados, con la diferencia de que el material contiene menos agua debido al proceso de filtrado utilizando equipos similares a los que se emplean para filtrar concentrados, como son los filtros de prensa o de vacío.

93. ¿Qué equipos se utilizan para transportar los relaves filtrados?

- a) Correas transportadoras.
- b) Equipos de movimiento de tierra y/o camiones.
- c) a y b.
- d) Ninguna de las anteriores.

94. La siguiente fotografía representa:



- a) Relaves filtrados.
- b) Relaves espesados.
- c) Tranque de relaves.
- d) Ninguna de las anteriores.

95. ¿Qué ventajas tiene una pasta de relave espesado respecto de un relave normal?

Las pastas de relaves pueden ser eficientemente transportadas en tuberías sin los problemas de segregación.

Permiten una gran flexibilidad en el desarrollo del concepto del sitio de emplazamiento; una vez depositados los relaves, se dejan secar, luego acopiar, permitiendo así minimizar la superficie de suelo cubierto con relaves.

96. En el transporte hidráulico de pulpas, se conocen dos formas, las cuales son:

- Transporte gravitacional de pulpas.
- Transporte de pulpas por bombeo.

97. Según el diámetro de las partículas, las partículas presentan las siguientes distribuciones de flujo.

- a) Lecho fijo.
- b) Lecho móvil.
- c) Lecho heterogéneo y pseudo-homogéneo.
- d) Todas las anteriores.

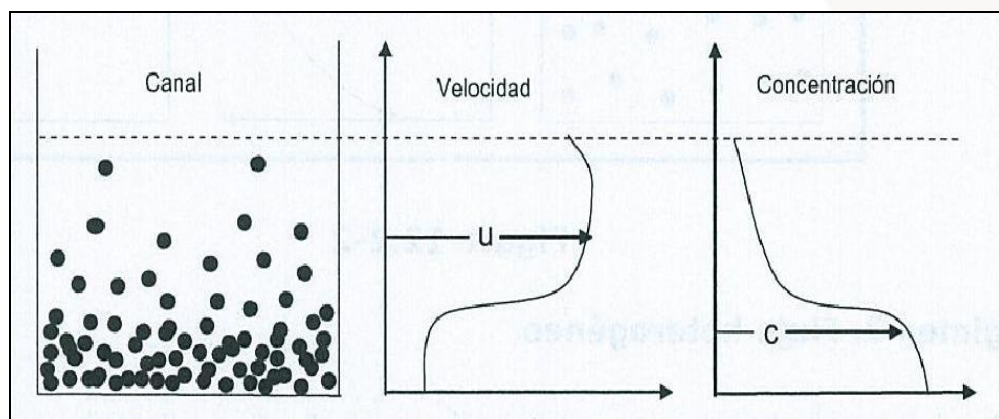
98. La velocidad critica de sedimentación, se define como:

- a) Es la velocidad de flujo para la cual las partículas empiezan moverse dentro de la tubería.
- b) Es la velocidad de flujo para la cual las partículas empiezan a depositarse en el fondo de tubería.
- c) Es la velocidad de flujo para la cual las partículas no se depositan dentro de la tubería.
- d) Ninguna de las anteriores.

99. ¿Por qué es importante medir la velocidad critica de sedimentación?

- a) No es importante en el diseño hidráulico del transporte de pulpa.
- b) Esta velocidad es muy importante para el diseño, especialmente para fluidos heterogéneos, pues se toma como un referente de seguridad para asegurar que las partículas sólidas no sedimenten.
- c) Esta velocidad es muy importante para el diseño solamente para los fluidos homogéneos.
- d) Ninguna de las anteriores.

100. La siguiente figura representa:



- a) Suspensión homogénea.
- b) **Escurrecimiento con lecho móvil.**
- c) Escurrecimiento de lecho fijo.
- d) Ninguna de las anteriores.

## 9. Reología.

101. La reología es la ciencia que estudia:

- a) **La deformación de un cuerpo sometido a esfuerzos externos.**
- b) La formación de un cuerpo sometido a esfuerzos externos.
- c) La deformación de un gas sometido a esfuerzos externos.
- d) Ninguna de las anteriores.

102. De acuerdo a la reología, los fluidos se clasifican en:

- a) Fluidos mixtos.
- b) Fluidos newtonianos.
- c) Fluidos no newtonianos.
- d) **Solo b y c.**

103. Que sucede con la viscosidad en los fluidos newtonianos.

- a) Varía según el esfuerzo cortante al que es sometido el fluido.
- b) **Permanece constante.**
- c) La viscosidad no está presente en este tipo de fluidos.
- d) Ninguna de las anteriores.

104. Cuando aplico un esfuerzo en un fluido no newtoniano:

- a) No hay cambios.
- b) La viscosidad varía.
- c) Puede haber un cambio de estado.
- d) Solo b y c.

## ***10. Variables del proceso de Transporte de Relaves.***

105. De acuerdo al porcentaje de sólidos, la pulpa se clasifica en:

- a) Pulpa.
- b) Espesado.
- c) Pasta y filtrado.
- d) Todas las anteriores.

106. Detalle dos características del cajón distribuidor de relaves.

- El ancho del cajón de traspaso debe ser tal que se evite el choque de los flujos de pulpas con las paredes de éste.
- El largo del cajón de traspaso debe ser tal, que considere la trayectoria parabólica que describe la caída de pulpa de alimentación al cajón.

107. ¿A que altura del muro, se sugiere tomar muestras para controlar la compactación?

Las muestras se deben tomar a  $1/3$  y  $2/3$  de la altura total del muro.

108. La deposición de la pulpa de relaves se puede realizar con:

- a) Tuberías.
- b) Spigot.
- c) Por correas de apilamiento.
- d) Todas las anteriores.

109. ¿A qué sistema de depositación de relaves corresponde la siguiente fotografía?



- a) Correa de apilamiento.
- b) Tuberías.
- c) **Spigot.**
- d) Ninguna de las anteriores.

110. Si no se controla la ribera de agua o crecimiento espejo:

- a) **Un desborde del agua, posterior derrumbe del muro y derrame de relaves.**
- b) No sucede absolutamente nada.
- c) Solamente se derraman los relaves
- d) Todas las anteriores.

111. Mencione tres medidas para evitar el crecimiento de la ribera de agua.

- **Bombeo con bomba vertical montada en un flotador.**
- **Construcción con muros de arena.**
- **Poza de decantación alejada del muro.**

## ***11. Recuperación de agua desde el tranque de Relaves.***

112. Nombre los equipos utilizados para recuperar agua de los relaves filtrados.

**Filtros de vacío.**  
**Filtros de prensa.**  
**Filtros de banda.**  
**Centrifugas.**

113. ¿En cuánto porcentaje se puede reducir el contenido de agua en los relaves?

**Entre un 20 a un 25 por ciento por peso de pulpa.**

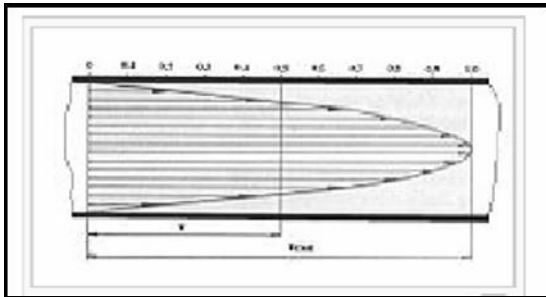
114. La siguiente figura, representa a:



- a) Filtro hiperbárico.
- b) Correa transportadora.
- c) Filtro de banda y de prensa.
- d) **b y c.**

## ***12. Tipos de bombas de impulsión de pulpas.***

115. La siguiente figura representa.



- a) Flujo turbulento.
- b) Flujo transciente.
- c) Flujo intermedio.
- d) **Flujo laminar.**

116. ¿Qué característica físico-química influye en el fenómeno de cavitación?

**La tensión de vapor del líquido.**

117. ¿Cuál es el problema que se genera al formarse burbujas en la cavitación?

**La implosión de las mismas cuando la presión supera la tensión de vapor.**



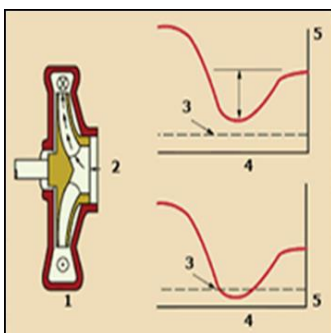
118. ¿Qué efectos genera la cavitación?

Genera elevadísimas presiones que erosionan el material llegando a perforarlo e incluso a su desintegración en los casos más severos.

119. ¿Nombre dos efectos mecánicos que provoca la cavitación?

Averías mecánicas, ruido.

120. De la siguiente figura, la línea punteada (3) corresponde a:



- a) Salida de la bomba.
- b) Entrada de la bomba.
- c) Diferencial de presión entre la entrada y salida.
- d) Ninguna de las anteriores.

121. De la misma figura, la línea 5 corresponde a:

- a) Salida de la bomba.
- b) Entrada de la bomba.
- c) Diferencial de presión entre la entrada y salida.
- d) Presión.

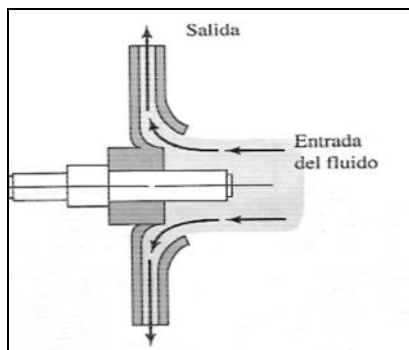
122. La siguiente figura representa:

- a) La carcasa o voluta.
- b) El impulsor.
- c) Soporte de rodamientos.
- d) Ninguna de las anteriores.

123. De acuerdo a la construcción mecánica, los impulsores se clasifican en:

- a) Radial.
- b) Axial.
- c) Mixto.
- d) Semi-abierto.

124. La siguiente figura representa a un impulsor.



- a) Axial.
- b) Cerrado.
- c) De flujo radial.
- d) De flujo mixto.

125. La pieza que impide salga fluido por el eje e impide que entre aire a la carcasa es el:

- a) Anillo de ajuste.
- b) Empaque y sello.
- c) Rodamientos.
- d) Ninguna de las anteriores.

126. ¿Cuál es el componente guía sobre el cual giran todas las partes móviles de la bomba?

- a) Los rodamientos.
- b) La carcasa.
- c) El impulsor.
- d) El eje.

127. Nombre los dos sistemas de transmisión para bombas dinámicas.

- Sistema de transmisión por bandas.
- Sistema de transmisión por acoplamiento fijo motor-eje.

128. Nombre tres aspectos que generen la condición “La bomba no desarrolla presión”.

- La bomba no fue cebada antes de prenderla.
- Eje quebrado.
- No se instaló el impulsor.

## **Módulo IV: Operación de Equipos de Filtración.**

### 13. Operación del proceso de filtración

129. ¿Qué se entiende por filtración?

- a) Es un método de separación de fluidos desde los sólidos que se basa en hacer pasar aquellos a través de una pantalla finamente perforada que retiene los sólidos.
- b) Es un método de separación de gases desde los sólidos que se basa en hacer pasar aquellos a través de una pantalla finamente perforada que retiene los sólidos.
- c) Es un método de decantación de fluidos desde los sólidos que se basa en hacer pasar aquellos a través de una pantalla finamente perforada que retiene los sólidos.
- d) Ninguna de las anteriores.

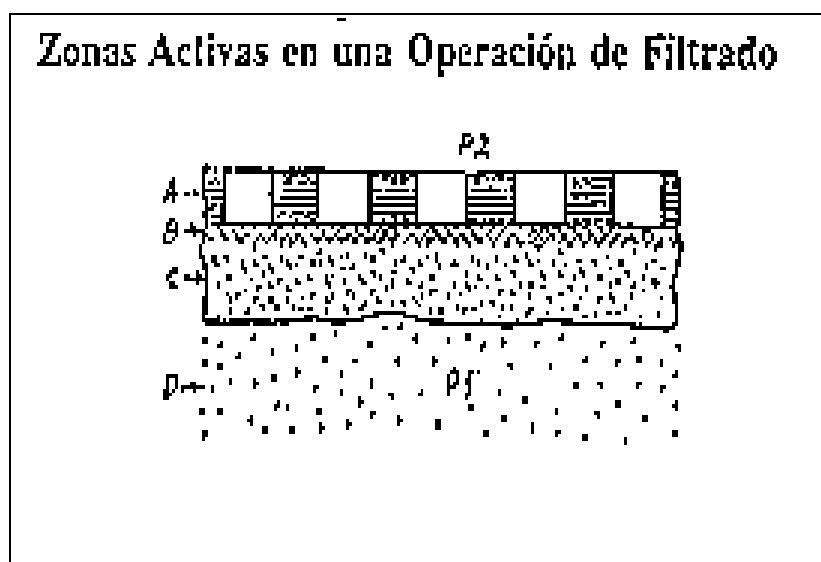
130. Según la fuerza impulsora, la filtración se clasifica en.

- a) La gravedad.
- b) Fuerza centrífuga.
- c) Presión y vacío.
- d) Todas las anteriores.

131. Nombre los elementos que interviene en la filtración.

- Suspensión.
- Torta o queque.
- Placa perforada.
- Tela filtrante.
- Filtrado.

132. De la siguiente figura, la letra C representa.



- a) El fluido.
- b) Tramado.
- c) La torta.
- d) El diafragma.

133. De la figura anterior, en las presiones  $P_1$  y  $P_2$  se mantiene la siguiente desigualdad:

- a)  $P_1 < P_2$
- b)  $P_1 = P_2$
- c)  $P_1 > P_2$
- d) Ninguna de las anteriores.

134. Nombre las clases de filtración.

- Filtración con formación de queque.
- Filtración sin formación de queque.
- Filtración profunda.

135. Indique la utilidad para la filtración sin formación de queque.

Este tipo de filtración es útil cuando se desea concentrar una suspensión sin que sea necesario un producto de baja humedad. Principalmente es utilizada en la filtración de gases polvorientos.

136. En que consiste la filtración profunda.

Para la filtración de partículas muy finas en suspensiones diluidas se utiliza comúnmente filtros que tienen medios filtrantes de poros mayores que las partículas pero de grandes espesores. Las partículas penetran en el interior del medio filtrante y son capturadas por las fibras o partículas que constituyen el medio filtrante.

137. Nombre dos ejemplos de la filtración profunda.

Filtros de arena para piscinas y los filtros de aire en automóviles.

138. ¿Qué sucede con el medio filtrante en la filtración profunda?

Este tipo de filtro pierde su capacidad de filtración después de un cierto tiempo y es necesario limpiar el medio filtrante eliminando las partículas desde su interior, o sustituir el filtro por uno nuevo.

139. Enumere los factores que influyen en la filtración.

- Las propiedades del fluido, tales como su densidad, viscosidad y corrosividad.
- La naturaleza del sólido, tal como su tamaño, forma y distribución de tamaño.
- Las propiedades de la suspensión, tales como su concentración y compresibilidad.
- La cantidad de material a tratar.
- El valor del material y si el material valioso es el sólido, el fluido, o ambos.
- Si es necesario lavar el queque.
- Si es importante o no la contaminación del producto.

140. ¿Qué es un medio filtrante?

Cualquier material permeable sobre el cual, o en el cual, son separados los sólidos del fluido durante el proceso de filtración.

141. ¿Qué rol debe cumplir entonces el medio filtrante?

Es provocar una buena separación entre los componentes de una suspensión con el mínimo consumo de energía.

142. Nombre los medios sintéticos para las telas filtrantes.

- a) Tejido: puede ser de tela cruzada o satín, ya que éste aumenta la resistencia a la tracción.
- b) No tejido: consiste en ensamblar varias capas de fibras.
- c) Compósitos: poliuretanos (polímeros micro porosos regulados) que han dado muy buen resultado.

143. Nombre los polímeros más utilizados como medios filtrantes.

- Polipropileno (PP)
- Polietileno (PET)
- Poliamida (PA).

144. ¿Qué requerimientos debe cumplir una tela filtrante?

Claridad en el filtrado (es decir una alta eficiencia de retención de partículas finas).

Rendimiento.

Contenido de humedad en el queque.

Efectiva liberación del queque (de fácil desprendimiento).

Baja resistencia al paso del fluido y alta resistencia a la abrasión.

145. ¿Cuáles son los daños que puede sufrir el medio filtrante?

Deformación estructural, estiramiento, fatiga a la flexión y a daños térmicos y químicos.

146. ¿A qué se debe la deformación estructural de la tela filtrante?

Son el resultado de un mal diseño y a aspectos operacionales, tirón muy fuerte durante la descarga del queque o tensiones fuertes al inicio del ciclo o de la alta presión de agua usada en el lavado de la tela.

147. Para evitar daños químicos y térmicos en la tela:

- a) No se deben trabajar suspensiones con químicos.
- b) No pueden filtrarse suspensiones con altas temperaturas.
- c) Se debe elegir la tela adecuada para el proceso que va ser usada.
- d) Ninguna de las anteriores.

148. Enumere las características técnicas de los medios filtrantes.

- Trama.
- peso/área.
- Permeabilidad al aire.
- Permeabilidad al agua.
- Porosidad.
- Resistencia a la tensión.
- fácil descarga del queque.
- mínima resistencia al flujo.
- mínima humedad del queque.
- máxima vida útil de la tela.
- menor tendencia a la colmatación (obstrucción).
- espesor de la tela.
- resistencia a la temperatura.
- Resistencia al pH.
- capacidad de suciedad.

149. ¿Qué consecuencias trae la mala elección de la tela?

La mala elección acarrea resultados perjudiciales para la filtración, traducéndose en aumentos de costos, pérdidas de tiempo y un proceso ineficiente.

150. ¿Qué acción es recomendable realizar antes de elegir el medio filtrante?

Esto hace necesario realizar distintos ensayos de laboratorio para observar el comportamiento del medio filtrante y así poder evaluar su comportamiento dependiendo de la aplicación.

## 14. Funcionamiento de los diferentes tipos de filtros.

151. Nombre los cuatro filtros al vacío.

- a) Filtro de Banda
- b) Filtro de Disco
- c) Filtro Hiperbárico
- d) Filtro Cerámico

152. ¿Cuáles son los rangos de humedad que entregan los filtros al vacío?

Los tres primeros son capaces de producir queques con humedades de hasta 12 a 18% el filtro de bandas logra llegar a humedades menores, del orden de 8 a 10%.

153. Describa el filtro de tambor.

El filtro de tambor consiste en un tambor rotatorio con su parte inferior sumergida en la suspensión. La superficie del tambor está cubierta por un medio filtrante denominado *tela filtrante*. La suspensión es succionada desde el interior del tambor, donde se ha generado un vacío. Mientras el filtrado pasa al interior del tambor y es evacuado a través de tuberías apropiadas, el sólido es retenido en la superficie cilíndrica formando un queque.

154. Las etapas que contempla el filtro de tambor son:

Filtrado-secado-lavado-secado-descarga.

155. Describa el filtro de disco.

El filtro de discos consiste en un eje central que soporta un número determinado de discos, cada uno de los cuales está conectado a un equipo de vacío. Los discos tienen su parte inferior sumergida en la suspensión, de manera similar al caso del filtro de tambor. Cada disco está cubierto de una tela filtrante y, al igual que en el filtro de tambor, trabaja en ciclos de filtrado-secado-lavado-secado y descarga a medida que el sistema de discos va girando.

156. ¿Cuáles son las ventajas del filtro de discos respecto al de tambor?

La ventaja de este equipo en comparación al filtro de tambor, es su gran superficie por unidad de área de piso ocupada, ya que cada disco permite filtrar por ambas caras y se puede acomodar un número bastante grande de discos en un solo equipo. Otra ventaja es la forma modular por sectores en que están contruidos los discos, lo que permite mayor facilidad y flexibilidad en el cambio de telas.

157. Que desventaja tiene le filtro de disco.

En los filtros de disco el lavado es más difícil de realizar.



158. La siguiente figura representa:



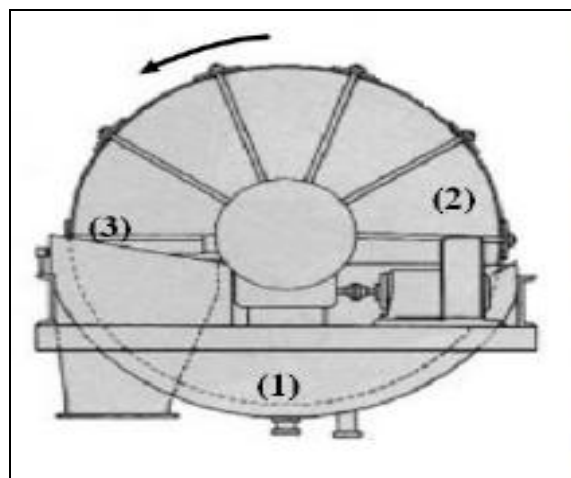
- a) Tela filtrante.
- b) Eje del filtro de tambor.
- c) Eje del filtro de discos.
- d) Ninguna de las anteriores.

159. La siguiente figura representa:



- a) Secciones del disco.
- b) Secciones del tambor.
- c) Todas las anteriores.
- d) Ninguna de las anteriores.

160. En la siguiente figura, el número 1 representa:



- a) Los discos giran y al estar en contacto con el líquido, captan el sólido (formación del queque) por efecto del vacío.
- b) Los discos giran y al estar en contacto con la pulpa, captan el líquido por efecto del vacío.
- c) Los discos giran y al estar en contacto con la pulpa, captan el sólido (formación del queque) por efecto del vacío.
- d) Ninguna de las anteriores.

161. ¿Cuál es la diferencia entre el filtro de discos convencional y el cerámico?

La diferencia está en que los sectores que componen los discos son placas de un material cerámico micro poroso como elemento filtrante, basado en óxido de aluminio.

162. ¿Qué efectos ejercen los discos cerámicos al sumergirlo en la suspensión?

Tienen una acción capilar, iniciando el proceso de desaguado sin fuerza externa. Los sólidos contenidos en la pulpa se acumulan en la superficie del disco y el desaguado continúa mientras quedo líquido presente.

163. ¿A qué fenómeno obedece lo descrito en la pregunta anterior?

A la Filtración capilar.

164. ¿Qué es un filtro de banda?

Consisten en una superficie sin fin de drenaje hecha de caucho perforado, conectada al vacío, que soporta una banda separada hecha de una tela filtrante apropiada.

165. Describa brevemente el funcionamiento del filtro de banda.

La pulpa se alimenta por gravedad sobre el filtro y la filtración comienza inmediatamente, por efecto de la presión de la capa de pulpa y el vacío.

166. A que componente del filtro de banda corresponde la siguiente fotografía.



- a) Tela filtrante.
- b) Correa transportadora.
- c) Distribuidor de pulpa.
- d) Todas las anteriores.

167. La función de la caja de aire en el filtro de banda es:

- a) Suministrar aire desde un ventilador centrífugo a través de las perforaciones que tienen las tapas de acero inoxidable, con el objeto de levantar el rodillo rociador durante el filtrado.
- b) Suministrar aire desde un ventilador centrífugo a través de las perforaciones que tienen las tapas de acero inoxidable, con el objeto de bajar la correa transportadora durante el filtrado.
- c) Suministrar aire desde un ventilador centrífugo a través de las perforaciones que tienen las tapas de acero inoxidable, con el objeto de levantar la correa transportadora durante el filtrado.
- d) Ninguna de las anteriores.

168. El componente que permite dar tensión a la tela filtrante es:

- a) Ventilador.
- b) Tensor gravitacional.
- c) Caja de vacío.
- d) Ninguna de las anteriores.

169. ¿Cuál es la función de los rociadores de agua?

Su función es prolongar la vida de la tela minimizando la saturación de ésta y además reduce la acumulación del barro debajo de la polea de culata del filtro.

170. El mecanismo de operación del filtro de banda se divide en cinco zonas, las cuales son:

Zona de formación  
Zona de lavado  
Zona de secado  
Zona de descarga  
Zona de lavado de tela

171. ¿Qué es el filtro hiperbárico?

Es un filtro de vacío al interior de una cámara presurizada.

172. Que humedades se pueden obtener en el filtro hiperbárico.

Con este tipo de filtros se puede obtener humedades de 8% y menores.

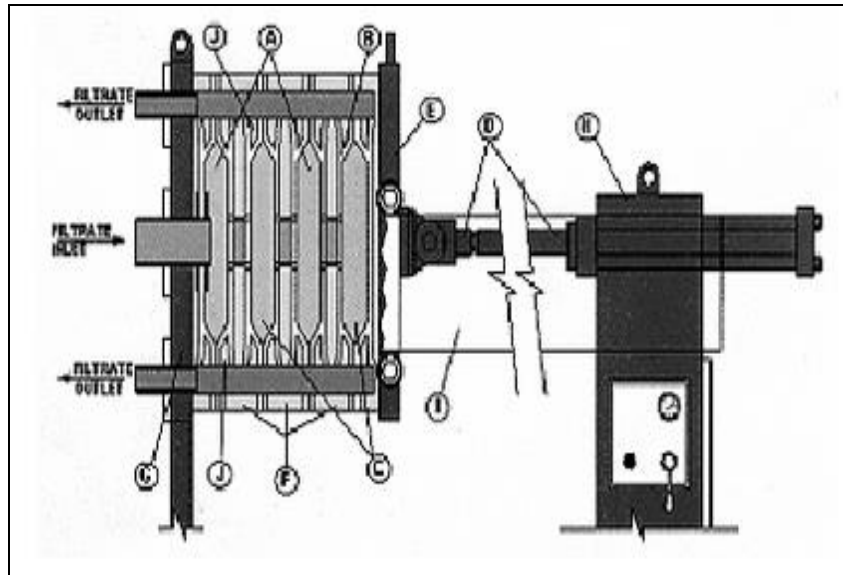
173. ¿Qué dificultad presenta en la operación, el filtro hiperbárico?

La descarga del sólido filtrado.

174. ¿Cuáles son los filtros de presión utilizados en la minería?

Filtros prensa de placas verticales, filtros prensa de placas horizontales y filtro prensa de disco.

175. Del siguiente esquema, la letra A y B, indican:



- a) Cámara y medio filtrante.
- b) Soporte de placas.
- c) Pistón hidráulico.
- d) Ninguna de las anteriores.

176. ¿Cuáles son los mecanismos que permiten empujar y comprimir las placas?

Cabezal móvil y pistón hidráulico.

177. Del esquema anterior, el queque formado lo representa la letra.

- a) B.
- b) D.
- c) G.
- d) C.

178. Explique brevemente cual es la función de las ranuras en las placas.

Permiten que el líquido filtrado drene por detrás de las telas filtrantes, permitiendo su evacuación a través de ojales situados en las esquinas inferiores de las cámaras.

179. ¿En qué ubicación dentro del filtro se encuentran las telas filtrantes?

Las telas están ubicadas sobre cada una de las superficies de las placas.

180. ¿Por cuál componente del filtro ingresa la pulpa?

La alimentación de la pulpa se realiza por el ojal alimentador, o núcleo del cabezal fijo, donde la pulpa de concentrado es bombeada a lo largo de toda la longitud del filtro hasta llenar las cámaras de filtración.

181. ¿A qué se le llama pre-revestimiento?

Es la capa de solidos a ambos lados de la tela que se forma cuando se ingresa la pulpa en la cámara.

182. ¿Cuándo se detiene el bombeo de pulpa?

Se detiene una vez que el flujo de líquido es prácticamente nulo.

183. ¿En qué consiste la etapa de limpieza?

La limpieza del residuo de pulpa que queda retenido en el interior del núcleo se realiza mediante agua a presión en contracorriente. El agua que queda retenida en el núcleo se elimina con aire comprimido. Esta etapa dura alrededor de 45 segundos.

184. ¿Cuál es la finalidad de la etapa de soplado?

Generar un desplazamiento de la humedad retenida en los poros del queque.

185. ¿Cuál es la finalidad de la etapa de lavado?

Realizar el lavado de telas con agua y así eliminar las partículas de concentrado adheridas y mantener limpias las superficies de las placas y telas.

186. ¿A qué se le denomina colmatación?

Taponamiento de los poros de las telas.

187. ¿Qué características hacen que el filtro de prensa horizontal sea importante en la industria minera?

Este sofisticado equipo combina las dos características más buscadas por la industria minera, una baja humedad y gran capacidad. La flexibilidad en la capacidad también es importante ya que los hace convenientes para empresas mineras grandes y pequeñas.

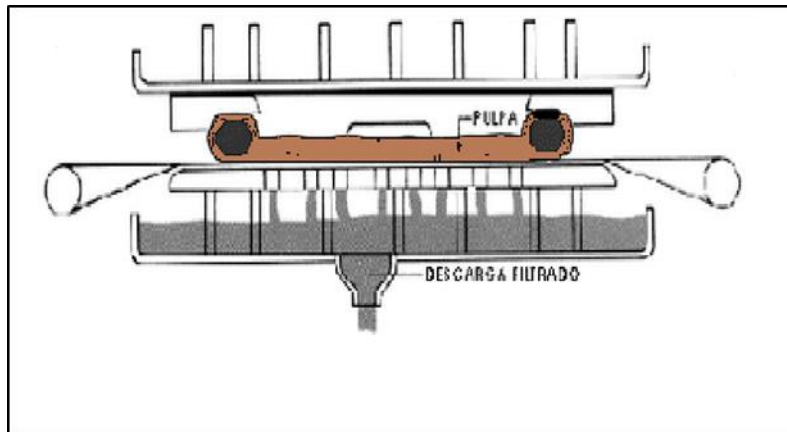
188. ¿Cómo se aumenta el área de filtrado en un filtro horizontal?

Por la forma de su diseño, permite la incorporación de cámaras adicionales montadas unas sobre otras, permitiendo incrementar el área de filtración sin generar un aumento en el área de piso de la instalación.

189. ¿Dónde se ubica y que nombre recibe el elemento que genera la presión sobre la pulpa?

El nombre es diafragma y se ubica en la parte superior de la cámara de filtrado.

190. La siguiente figura, ¿qué etapa de la filtración representa?



- a) Alimentación de pulpa.
- b) Lavado del queque.
- c) Compresión.
- d) Ninguna de las anteriores.

191. ¿Cuál es la finalidad de la segunda compresión?

Se presiona al diafragma nuevamente para forzar la solución de lavado a pasar a través del queque, desplazando el líquido retenido en éste casi por completo.

## 15. Variables y Parámetros de Operación.

192. Nombre las principales variables de un proceso de filtración.

Variables de entrada.

Variables de salida.

Parámetros.

Perturbaciones.

Variables de control.

193. ¿Cuál de las alternativas siguientes, se considera una perturbación?

- a) Temperatura.
- b) Presión.
- c) Caudal.
- d) Granulometría del sólido.

194. ¿Qué características tiene el flujo de alimentación al filtro?

Son aquellas que vienen del proceso de espesamiento de concentrados o relaves.

195. ¿De qué depende de la concentración de sólidos en la entrada?

La concentración de sólidos  $\phi_f$  en la entrada, depende directamente de la operación del espesador y de las variables que se manejan en el proceso de espesamiento.

196. Nombre los parámetros de la filtración.

- Porosidad
- Permeabilidad
- Compresibilidad del queque
- Densidad  $\rho_f$  y viscosidad  $\mu_f$  del filtrado.
- Densidad  $\rho_p$  y viscosidad  $\phi_p$ .

## **Módulo V: Operación de equipos de transporte de concentrados.**



## ***16. Transporte de concentrados por mineroducto.***

197. ¿Cuál es el fluido más utilizado para transportar concentrados?

El agua.

198. ¿Qué factores han determinado el interés por este tipo de transporte de minerales?

- Bajo costo y economía de escala, y
- Puesta en marcha de la explotación de yacimientos mineros, cuya localización hace que tal actividad no sea económica por medio del transporte tradicional.

199. Mencione cuatros ventajas del transporte hidráulico de concentrados.

- Simplicidad de la instalación.
- Facilidad para vencer obstáculos naturales o artificiales. No hay impedimentos, el transporte puede ser en dirección horizontal, vertical o inclinada.
- No requiere de gran despliegue de maniobras de instalación ni de operación. El factor operacional es ventajoso, por cuanto es bajo el número de operarios requeridos para hacer funcionar el sistema.
- Proporciona un flujo continuo de sólidos y fácil implementación de control automático.

200. ¿En qué año aparece la primera patente relacionada con el transporte hidráulico de sólidos?

En 1891.

201. ¿Qué material se transportó en ese momento?

Carbón.

202. ¿Qué otro tipo de materia aparte del concentrados de cobre carbón, son transportados por este método?

Concentrados de hierro.

Calizas

Fosfatos.

203. ¿Qué condiciones deben cumplirse para llevar a cabo el transporte hidráulico de sólidos?

- El sólido debe poder mezclarse y separarse fácilmente.
- No deben existir riesgos, como por ejemplo taponamiento de la cañería debido a interacciones entre las partículas, trayendo como consecuencia aglomeración de ellas.
- El sólido a transportar no debe reaccionar ni con el fluido que transporta ni con la tubería.

- El desgaste y ruptura que sufren las partículas durante el transporte no deben tener efectos adversos para el proceso posterior de ellas.
- La cantidad de fluido a transportar debe ser adecuada.

204. Indique las variables dependientes de la mezcla.

- Concentración de sólidos en volumen y en peso.
- Densidad de la mezcla.

205. ¿Qué régimen de mezcla o pulpa se necesita para el transporte de sólidos?

La turbulencia es uno de los factores más importantes que permiten la suspensión de los sólidos.

206. ¿Qué sucede con las mezclas cuya concentración de sólidos supera el 70%.

Se puede presentar un régimen laminar.

207. ¿Indique las clasificaciones para flujos bifásicos?

- Flujo de sólidos en suspensión homogénea.
- Flujo de sólidos en suspensión heterogénea.
- Flujo de sólidos con arrastre de fondo.
- Flujo de sólidos con depósitos de fondo.

208. ¿En qué consiste el flujo en suspensión homogénea?

Como su nombre lo indica, las partículas sólidas de la mezcla son transportadas en suspensión, sin presentar gradientes, ni de concentración ni de granulometría, en un plano perpendicular al flujo y vertical. Además las partículas sólidas no presentan ningún deslizamiento con respecto al fluido, es decir, tanto el sólido como el líquido tienen la misma velocidad de flujo con lo cual el comportamiento hidráulico de la mezcla es muy similar a la de un fluido puro.

209. ¿Qué régimen se asocia el transporte de relaves con alto grado de molienda?

- Flujo de sólidos en suspensión heterogénea.

## ***17. Reología de pulpas.***

210. ¿Cómo se define el golpe de ariete?

El golpe de ariete (choque hidráulico) es el incremento momentáneo en presión, el cual ocurre en un sistema de agua cuando hay un cambio repentino de dirección o velocidad del agua.

211. ¿Qué es lo que lo provoca?

Cuando una válvula de rápido cierre cierra repentinamente, detiene el paso del agua que está fluyendo en las tuberías, y la energía de presión es transferida a la válvula y a la pared de la tubería.

212. Que norma rige la construcción de tuberías para transporte hidráulico de sólidos.

La norma ASME B31.11 es la utilizada para la construcción de todas las tuberías que transportan fluidos bifásicos sólido-líquido.

## ***18. Componentes de un Mineroducto.***

213. ¿Qué función cumple las estaciones disipadoras?

Su función principal es la de disipar la presión extra que se genera sobre el fluido transportado, debido a la diferencia de cota entre la entrada y la salida del tramo de tubería que recorre el mismo.

214. ¿A qué se le denomina gradiente hidráulico?

El gradiente hidráulico se define como la pérdida de energía experimentada por unidad de longitud recorrida por el agua.

## **Módulo VI: Operación de Equipos de Espesamiento.**

## **19. Terminología.**

215. ¿Qué se entiende por sedimentación?

Se denomina *sedimentación* al proceso de asentamiento de un material sólido o líquido desde un fluido, generalmente agua o aire, desde un estado de suspensión.

216. Nombre los tipos de sedimentación.

Sedimentación libre o discreta.

Sedimentación difusa de partículas floculadas

Sedimentación zonal, o frenada

## **20. Clarificación**

217. ¿Qué se entiende por clarificación?

El proceso de clarificación tiene como objetivo la eliminación de sustancias en suspensión, sustancias disueltas y la supresión de la flora microbiana.

218. ¿Qué se entiende por coagulación?

Se denomina coagulación al proceso de desestabilización y posterior agregación de partículas en suspensión coloidal presentes en el agua, para potenciar la etapa de decantación o espesado en la que esas partículas deben separarse del agua.

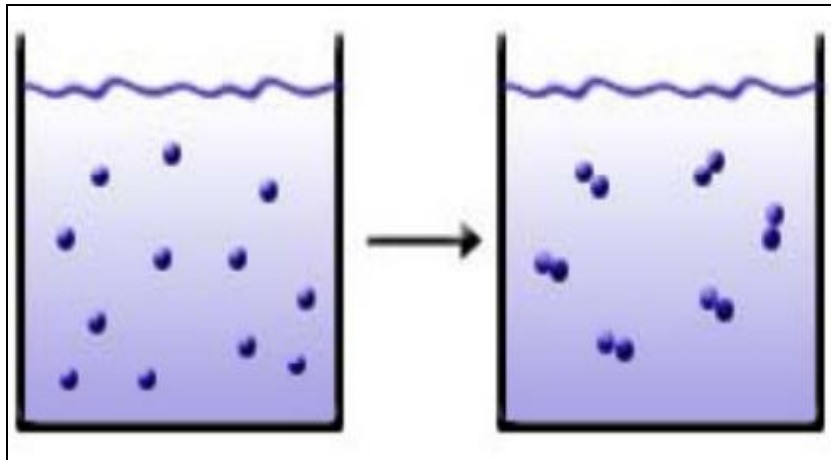
219. ¿Qué se entiende por floculación?

La floculación es la aglomeración de partículas desestabilizadas en microfloculos y después en los floculos más grandes que tienden a depositarse en el fondo de los recipientes construidos para este fin, denominados decantadores.

220. Indique el orden de ocurrencia de la coagulación y la floculación.

El proceso de floculación es precedido por el de coagulación, por eso suele hablarse de procesos de coagulación - floculación.

221. La siguiente imagen, corresponde al proceso de:



- a) Decantación.
- b) Coagulación.
- c) **Floculación.**
- d) Todas las anteriores.

## 21. Floculantes.

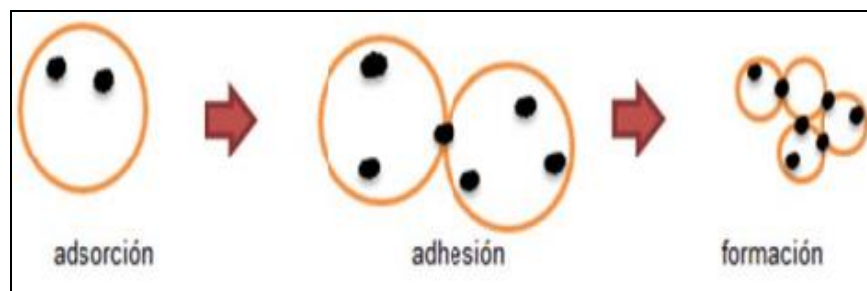
222. ¿Qué son los floculantes?

Los floculantes son productos que favorecen el proceso de formación del flóculo, actuando de puente o unión para captar mecánicamente las partículas en suspensión.

223. Nombre los tipos de floculantes.

- **Electrolitos o sales**
- **Iones metálicos hidrolizables.**
- **Polímeros.**

224. La siguiente figura, representa la acción del floculante del tipo:



- a) **Polímeros.**
- b) Electrolitos.
- c) Iones metálicos.
- d) Ninguna de las anteriores.

225. ¿Cuáles son los mecanismos utilizados por los electrolitos?

- a) **Compresión de la doble capa eléctrica y disminución del potencial, Cuyo efecto se incrementa con la carga del electrolito, es decir cationes trivalentes ( $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ) son más efectivos que los monovalentes ( $Na^{+}$ ).**
- b) **Reacción química de contra iones y adsorción, generando la disminución de la carga de la partícula.**

## ***22. Clarificadores y espesadores.***

226. ¿Qué son los clarificadores?

**Son tanques que se utilizan para separar sólidos de un líquido por medio del fenómeno físico de la gravedad y los movimientos del agua haciendo que los sólidos floten o se hundan según su densidad.**

227. ¿Cuál es la diferencia entre clarificación y espesamiento?

**Se habla de *clarificación* cuando hay especial interés en el fluido clarificado, y de *espesamiento* cuando el interés está puesto en la suspensión concentrada.**

228. La siguiente imagen representa a un:



- a) Espesador.
- b) **Desarenador longitudinal.**
- c) Desarenadores de vórtice.
- d) Ninguna de las anteriores.

229. ¿Que se denomina como clarificación primaria?

La clarificación primaria se refiere a la sedimentación o flotación libres de partículas que no cambian de tamaño, ni forma.

### **23. Espesadores.**

230. ¿Qué es un espesador?

Un espesador es un aparato de separación sólido-líquido continuo, en el que las partículas sólidas contenidas en un pulpa se dejan decantar, produciendo un rebose de agua clarificada (overflow) y un lodo concentrado en la descarga (underflow).

231. ¿A qué se le denomina foso de alimentación?

También llamado feedwell, el cual sirve para disipar la energía cinética que lleva el flujo de alimentación, así como para dirigir la pulpa a una profundidad adecuada dentro del espesador. Los diámetros generalmente empleados están entre 1,0 a 1,2m con profundidades de 1,2 a 5,0 m.

232. ¿Qué función cumplen los brazos en el espesador?

Tienen como función desplazar los sólidos sedimentados hacia el punto de evacuación, y aumentar el porcentaje de sólidos en la descarga al permitir la liberación de agua por medio de canalización en la cama compactada. Usualmente son cuatro brazos, dos largos y dos cortos, los cuales pueden ser soldado o empernados al eje central. Para el caso de brazos muy largos es común el uso de cables adicionales de apoyo.

233. La siguiente figura, representa:

- a) Las rastras.
- b) Feedwell.
- c) Canal de rebose.
- d) Ninguna de las anteriores.

234. ¿Qué función cumple el dispositivo de elevación?

Es un mecanismo de acción mecánica o neumática que permite el ascenso de los brazos de la zona de compactación de solidos al detectarse altos torques, por ejemplo, mayores a 5 a 30 veces el torque nominal, y tiene como fin disminuir el esfuerzo del mecanismo de accionamiento así como de protección del grupo motriz del equipo. Este es generalmente empleado para espesadores de gran diámetro.



235. Los espesadores se pueden clasificar de dos formas, las cuales son.

Estructural y Operacional.

236. Desde el punto de vista operacional, los espesadores se clasifican en:

- Espesadores Convencionales.
- Espesadores de alta capacidad.
- Espesadores de alta densidad.

237. Enumere los parámetros y variables en los espesadores.

1. Presión hidráulica de giro de las rastras.
2. Amperaje del motor de la rastra.
3. Torque mecánico de la rastra.
4. Altura de la rastra.
5. Amperaje de la bomba de traspaso (descarga).
6. Porcentaje de sólidos en la descarga, flujo de descarga.
7. Nivel de líquido claro.

238. ¿Que indica un alto amperaje en la rastra?

El amperaje del motor de la rastra, es una medida del grado de compresión de la pulpa en el fondo del estanque.

239. ¿Cuáles son los porcentajes de sólidos en la pulpa de entrada y salida del espesador?

- Pulpa de alimentación fluctúa entre: 15 - 25 %.
- Pulpa de descarga fluctúa entre: 40 - 60 %.

# EVALUACIÓN CONDUCTUAL DE PROCESO (\*)

## COMPETENCIAS CONDUCTUALES

### Instrucciones para el instructor:

Antes de completar ésta evaluación tenga presente que:

- Éste instrumento tiene como objetivo evaluar las competencias conductuales que se describen a continuación en determinados momentos del proceso formativo para retroalimentar al alumno y detectar las brechas entre el estado actual y el estado deseado.
- Antes de completar ésta evaluación, asegúrese de haber leído y comprendido la definición de las competencias que usted evaluará y los indicadores de conducta asociados a cada competencia.
- A modo de facilitar la calificación que usted realice cada indicador de conducta es evaluado a través de una escala likert de frecuencia (Siempre, Frecuentemente, Ocasionalmente, Rara Vez, Nunca)
- Por cada indicador de conducta marque una X en el casillero que corresponda según su evaluación.
- Recuerde que éste instrumento no evalúa una actividad específica (por ej.: una prueba), para realizar ésta evaluación usted tiene que considerar el desempeño mostrado por el alumno durante el período determinado que usted está evaluando.

Nombre Completo del Alumno (a)	
N° Cédula de Identidad del Alumno	
Nombre Programa de Entrenamiento	
Período que se evalúa	
Fecha en que se realiza la evaluación	
Instructor (a) Evaluador (a)	

Competencia	Indicadores de conducta	Siempre	Frecuentemente	Ocasionalmente	Rara Vez	Nunca
<b>Seguridad</b>  Capacidad de realizar el trabajo manteniendo una actitud proactiva hacia el autocuidado y la prevención de los riesgos asociados a las personas y los equipos en cada una de las actividades.	Antes de iniciar una tarea evalúa las condiciones de seguridad en el entorno de trabajo.					
	Informa inmediatamente al instructor o a quien corresponda si detecta cualquier riesgo antes, durante o al finalizar una tarea.					
	Aplica medidas correctivas para prevenir y/o controlar los riesgos analizando previamente que sean viables y no constituyan mayor riesgo para las personas, los equipos y el medioambiente.					

	<i>Trabaja respetando las instrucciones, procedimientos y estándares establecidos para cada actividad.</i>					
	<i>Utiliza los EPP requeridos y adecuados en cada actividad.</i>					
	<i>Retroalimentación ( aspectos más sobresalientes del alumno en relación a ésta competencia, oportunidades de mejora, recomendaciones)</i>					

<i>Competencia</i>	<i>Indicadores de conducta</i>	<i>Siempre</i>	<i>Frecuentemente</i>	<i>Ocasionalmente</i>	<i>Rara Vez</i>	<i>Nunca</i>
<b><i>Productividad</i></b>  <i>Capacidad de trabajar hacia el logro de los objetivos dentro de los plazos y estándares de calidad establecidos, optimizando el uso del tiempo y recursos disponibles.</i>	<i>Realiza las tareas que le son asignadas dentro de los plazos y estándares de calidad establecidos.</i>					
	<i>Trabaja optimizando el uso del tiempo y recursos disponibles.</i>					
	<i>Verifica el estado operativo de los equipos, herramientas y materiales que utiliza.</i>					
	<i>Informa oportunamente de toda falla que detecte en los recursos disponibles.</i>					
	<i>Retroalimentación ( aspectos más sobresalientes del alumno en relación a ésta competencia, oportunidades de mejora, recomendaciones)</i>					

Competencia	Indicadores de conducta	Siempre	Frecuentemente	Ocasionalmente	Rara Vez	Nunca
<b>Trabajo en Equipo</b>  Capacidad de establecer relaciones de colaboración con otras personas logrando coordinar acciones en conjunto para cumplir las metas.	Comparte información útil y relevante para la correcta ejecución de las actividades y cumplimiento de objetivos.					
	Aunque realice trabajos individuales, comprende que su labor está vinculada (e impacta directamente) al trabajo de su equipo y los resultados finales que obtengan.					
	Comunica sus ideas en forma adecuada escuchando las opiniones de sus pares, jefaturas y/o colaboradores.					
	Explica claramente cuál es su rol en el equipo de trabajo.					
	Retroalimentación ( aspectos más sobresalientes del alumno en relación a ésta competencia, oportunidades de mejora, recomendaciones)					

Competencia	Indicadores de conducta	Siempre	Frecuentemente	Ocasionalmente	Rara Vez	Nunca
<b>Rigurosidad</b>  Disposición para realizar sus actividades con dedicación siguiendo los instructivos y procedimientos establecidos.	Antes de ejecutar una actividad revisa las instrucciones, estándares y procedimientos que aplican.					
	Realiza las actividades respetando las normas, estándares y procedimientos establecidos.					
	Registra la planificación de sus actividades.					
	Retroalimentación ( aspectos más sobresalientes del alumno en relación a ésta competencia, oportunidades de mejora, recomendaciones)					

Competencia	Indicadores de conducta	Siempre	Frecuentemente	Ocasionalmente	Rara Vez	Nunca
<b>Orientación al cliente interno</b>  Capacidad de comprender los requerimientos de su cliente interno y dirigir sus esfuerzos para responder a las necesidades del cliente de manera eficiente y oportuna.	Identifica claramente cuáles son sus potenciales clientes internos en su área de trabajo u otras áreas relacionadas.					
	Realiza preguntas que le permiten comprender los requerimientos de su cliente.					
	Ejecuta las tareas que le asigna el instructor cumpliendo con los plazos requeridos y estándares.					
	Retroalimentación ( aspectos más sobresalientes del alumno en relación a ésta competencia, oportunidades de mejora, recomendaciones)					

Fecha reunión de retroalimentación con alumno(a):	
Fecha próxima evaluación:	
Firma del Instructor(a) Evaluador(a):	

(\*) Evaluación aplicada por el instructor durante el desarrollo de cada módulo formativo, la data se carga en sistema de información para alimentar informe de desempeño por cada participante al finalizar el programa el proceso formativo.

## **Sección 2 Instrumento de Evaluación**

## ***Instrucciones para el organismo formador/instructor***

### **1. Evaluación de conocimiento:**

<b>Modalidad</b>	Individual.
<b>Aplicación</b>	Grupal.
<b>Espacio Físico</b>	Sala de clases.
<b>Materiales</b>	Una prueba por participante.

### **2. Evaluación de habilidad:**

#### **I. Operar equipos de conducción de Relaves.**

<b>Modalidad</b>	Individual.
<b>Aplicación</b>	Individual
<b>Espacio físico</b>	Sala de clases.
<b>Materiales</b>	Data show, computador.
<b>Aspectos a evaluar</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Opera el sistema de transporte y disposición de relaves.</li><li>2) Distribuye el relave en el depósito de relaves.</li><li>3) Administra los riesgos asociados al depósito de relaves.</li><li>4) Opera el sistema de recuperación de agua utilizado en el depósito de relaves.</li></ol>
<b>Infraestructura requerida</b>	Sala de clases con pantalla para proyectar imagen.
<b>Disposición de la situación evaluativa</b>	El instructor debe proyectar la imagen sobre la pantalla, de tal forma que sea visible para el participante.
<b>Herramientas</b>	No requiere.
<b>Consideraciones al momento de la evaluación</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1) El participante debe pararse frente a la imagen, manteniendo una distancia prudente de la pantalla.</li><li>2) El participante contestara las preguntas realizadas por el instructor en forma clara y ordenada.</li><li>3) El instructor anotara cada una de las respuestas del participante en una</li></ol>

	pauta elaborada para la oportunidad de evaluación.
--	--

## II. Operar Equipos de Filtrado.

<b>Modalidad</b>	Individual.
<b>Aplicación</b>	Individual-secuencial.
<b>Espacio físico</b>	Taller.
<b>Materiales</b>	1 Filtro de presión. 10 Filtro de papel y tela filtrante. Instrumentación de laboratorio. 2 Mangueras de presión con válvulas de seguridad. Muestras de mezclas solido-liquido con una concentración de solidos que no supere el 60%.
<b>Aspectos a evaluar</b>	1) Identifica el tipo de filtro a utilizar en la prueba de filtración. 2) Identifica y controla los riesgos asociados al manejo del filtro. 3) Identifica correctamente los componentes del filtro a utilizar. 4) Instala correctamente las mangueras de aire al filtro. 5) Controla efectivamente la presión interna de trabajo del filtro. 6) Mide e instala el papel filtro o tela correctamente al interior del filtro.
<b>Infraestructura requerida</b>	Taller que cuente con sistema de aire comprimido.
<b>Disposición de la situación evaluativa</b>	El instructor antes de comenzar, debe revisar el filtro para verificar su buen estado de funcionamiento y revisar el estado y cantidad de materiales a utilizar en el taller.
<b>Herramientas</b>	No requiere.
<b>Consideraciones al momento de la evaluación</b>	1) El participante deberá llenar el formato de análisis de riesgo y hacerlo revisar por el instructor. 2) El participante deberá montar el equipo con sus accesorios, siguiendo pauta entregada por el instructor (HCR). 3) El participante deberá inyectar el aire diferentes presiones, controlando



	<p>en el mismo equipo, el flujo necesario.</p> <p>4) Una vez terminada la experiencia, el participante deberá desarmar el equipamiento y accesorio, limpiar y ordenar la instrumentación de laboratorio utilizada.</p>
--	--

### III. Operar equipos de transporte de concentrados.

<b>Modalidad</b>	Individual.
<b>Aplicación</b>	Individual-secuencial.
<b>Espacio físico</b>	Sala de clases.
<b>Materiales</b>	Data show, computador.
<b>Aspectos a evaluar</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Opera el sistema de transporte de concentrado.</li> <li>2) Opera sistema de disipación de presión.</li> <li>3) Administra los riesgos asociados al transporte de concentrado.</li> </ol>
<b>Infraestructura requerida</b>	Sala de clases con pantalla para proyectar imagen.
<b>Disposición de la situación evaluativa</b>	El instructor debe proyectar la imagen sobre la pantalla, de tal forma que sea visible para el participante.
<b>Herramientas</b>	No requiere.
<b>Consideraciones al momento de la evaluación</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) El participante debe pararse frente a la imagen, manteniendo una distancia prudente de la pantalla.</li> <li>2) El participante contestara las preguntas realizadas por el instructor en forma clara y ordenada.</li> <li>3) El instructor anotara cada una de las respuestas del participante en una pauta elaborada para la oportunidad de evaluación.</li> </ol>

#### IV. Operar equipos de espesamiento.

<b>Modalidad</b>	Individual.
<b>Aplicación</b>	Individual-secuencial.
<b>Espacio físico</b>	Sala de clases.
<b>Materiales</b>	Data show, computador.
<b>Aspectos a evaluar</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Opera espesadores de concentrados y equipos auxiliares.</li><li>2) Controla variables de operación de los espesadores de concentrado.</li><li>3) Verifica filtraciones en líneas de bombeo del concentrado.</li></ol>
<b>Infraestructura requerida</b>	Sala de clases con pantalla para proyectar imagen.
<b>Disposición de la situación evaluativa</b>	El instructor debe proyectar la imagen sobre la pantalla, de tal forma que sea visible para el participante.
<b>Herramientas</b>	No requiere.
<b>Consideraciones al momento de la evaluación</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1) El participante debe pararse frente a la imagen, manteniendo una distancia prudente de la pantalla.</li><li>2) El participante contestara las preguntas realizadas por el instructor en forma clara y ordenada.</li><li>3) El instructor anotara cada una de las respuestas del participante en una pauta elaborada para la oportunidad de evaluación.</li></ol>

#### 3. Evaluación de Actitud

<b>Modalidad</b>	Individual.
<b>Aplicación</b>	Durante la capacitación.
<b>Espacio Físico</b>	Lugar de la capacitación.
<b>Materiales</b>	Una prueba por participante.
<b>Aspectos a evaluar:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Responsabilidad</li><li>• Respeto</li><li>• Trabajo en Equipo</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comunicación</li></ul>
--	--

# Instrumentos de Evaluación

## *Evaluación de conocimientos*

Nombre			
Puntaje:		Porcentaje	

Principales áreas de mejora:

*Este espacio será llenado por el instructor, luego de corregida la evaluación.*

### Instrucciones

- 1) Lea atentamente las preguntas a continuación, y responda las preguntas de desarrollo y con alternativas presentadas.
- 2) Indique claramente su preferencia para las preguntas con alternativas.
- 3) Escriba con letra clara las respuestas de las preguntas abiertas.

1. Enumere los tipos de depósito de relave que están vigentes en Chile. (3ptos)

---

---

---

---

---

2. ¿Qué altura puede llegar a tener muro en un tranque de relaves? (2 pto)

---

---

---

---

3. El embalse de relaves, se diferencia del tranque en: (2ptos)

---

---

---

---

4. ¿Qué sucede cuando en una pulpa de relave, la concentración de sólidos es baja? (2pto)

---

---

5. ¿Cuál es la diferencia entre los relaves filtrados y los relaves espesados? (2ptos)

---

---

---

---

6. En el transporte hidráulico de pulpas, se conocen dos formas, las cuales son: (2ptos)

---

---

---

---

7. La velocidad critica de sedimentación, se define como: (1pto)

- a) Es la velocidad de flujo para la cual las partículas empiezan moverse dentro de la tubería.
- b) Es la velocidad de flujo para la cual las partículas empiezan a depositarse en el fondo de tubería.
- c) Es la velocidad de flujo para la cual las partículas no se depositan dentro de la tubería.
- d) Ninguna de las anteriores.

8. ¿Por qué es importante medir la velocidad critica de sedimentación? (1pto)

- a) No es importante en el diseño hidráulico del transporte de pulpa.
- b) Esta velocidad es muy importante para el diseño, especialmente para fluidos heterogéneos, pues se toma como un referente de seguridad para asegurar que las partículas sólidas no sedimenten.
- c) Esta velocidad es muy importante para el diseño solamente para los fluidos homogéneos.
- d) Ninguna de las anteriores.

9. Detalle dos características del cajón distribuidor de relaves. (3ptos)

---

---

---

---

10. La depositación de la pulpa de relaves se puede realizar con: (1pto)

- a) Tuberías.
- b) Spigot.
- c) Por correas de apilamiento.
- d) Todas las anteriores.

11. Mencione tres medidas para evitar el crecimiento de la ribera de agua. (3ptos)

---

---

---

12. Nombre los equipos utilizados para recuperar agua de los relaves filtrados (3ptos)

---

---

---

13. ¿En cuánto porcentaje se puede reducir el contenido de agua en los relaves?  
(2pto)

---

---

---

14. ¿Qué se entiende por filtración? (1pto)

- a) Es un método de separación de fluidos desde los sólidos que se basa en hacer pasar aquellos a través de una pantalla finamente perforada que retiene los sólidos.
- b) Es un método de separación de gases desde los sólidos que se basa en hacer pasar aquellos a través de una pantalla finamente perforada que retiene los sólidos.
- c) Es un método de decantación de fluidos desde los sólidos que se basa en hacer pasar aquellos a través de una pantalla finamente perforada que retiene los sólidos.
- d) Ninguna de las anteriores.

15. Según la fuerza impulsora, la filtración se clasifica en. (1pto)

- a) La gravedad.
- b) Fuerza centrífuga.
- c) Presión y vacío.
- d) Todas las anteriores.

16. Nombre los elementos que interviene en la filtración. (3ptos)

---

---

---

17. ¿Qué es un medio filtrante? (2ptos)

---

---

---

18. Nombre los polímeros más utilizados como medios filtrantes. (3ptos)

---

---

---

19. Que requerimientos debe cumplir una tela filtrante. (3ptos)

---

---

---

20. ¿Cuáles son los daños que puede sufrir el medio filtrante? (3ptos)

---

---



---

---

---

21. ¿A qué se debe la deformación estructural de la tela filtrante? (3ptos)

---

---

---

22. Para evitar daños químicos y térmicos en la tela: (1 pto)

- a) No se deben trabajar suspensiones con químicos.
- b) No pueden filtrarse suspensiones con altas temperaturas.
- c) Se debe elegir la tela adecuada para el proceso que va ser usada.
- d) Ninguna de las anteriores.

23. Nombre los cuatro filtros al vacío. (3ptos)

---

---

---

24. Las etapas que contempla el filtro de tambor: (2 pto)

---

---

---

25. La siguiente figura representa: (1pto)



- a) Tela filtrante.
- b) Eje del filtro de tambor.
- c) Eje del filtro de discos.
- d) Ninguna de las anteriores.

26. ¿Cuál es la diferencia entre el filtro de discos convencional y el cerámico? (2ptos)

27. Describa brevemente el funcionamiento del filtro de banda (3ptos)

---

---

---

28. El mecanismo de operación del filtro de banda se divide en cinco zonas, Las cuales son: (3ptos)

---

---

---

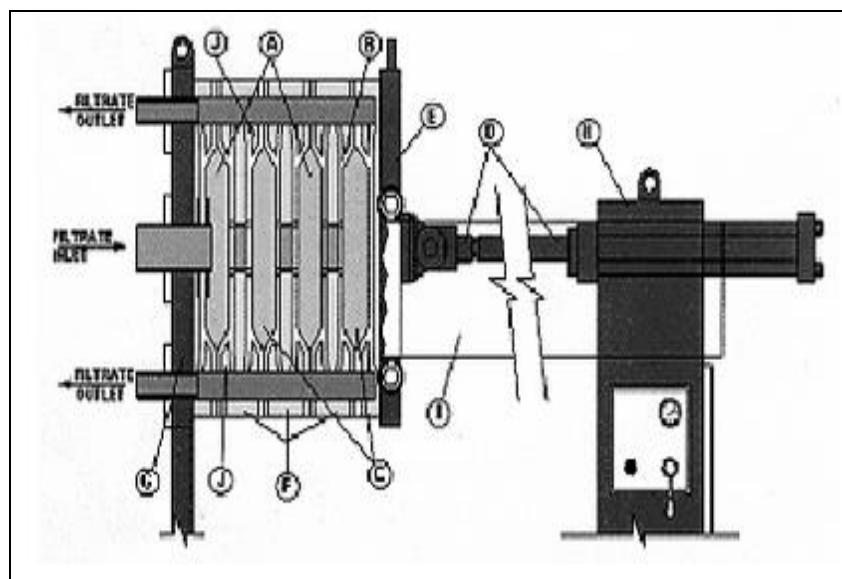
29. ¿Cuáles son los filtros de presión utilizados en la minería? (3ptos)

---

---

---

30. Del siguiente esquema, la letra A y B, indican: (1pto)



- a) Cámara y medio filtrante.
- b) Soporte de placas.
- c) Pistón hidráulico.
- d) Ninguna de las anteriores.

31. ¿Cuáles son los mecanismos que permiten empujar y comprimir las placas? (2ptos)

---

---

---

32. Del esquema anterior, el queque formado lo representa la letra. (1pto)

- a) B.
- b) D.
- c) G.
- d) C.

33. ¿A qué se le llama pre-revestimiento? (2ptos)

---

---

---

34. ¿Cuál es la finalidad de la etapa de lavado? (2ptos)

---

---

---

35. ¿A qué se le denomina colmatación? (2ptos)

---

---

---

36. ¿Qué características hacen que el filtro de prensa horizontal sea importante en la industria minera? (2ptos)

---

---

---

37. ¿Dónde se ubica y que nombre recibe el elemento que genera la presión sobre la pulpa? (2ptos)

---

---

---

38. Nombre las principales variables de un proceso de filtración. (3pto)

---

---

---

39. ¿Cuál de las alternativas siguientes, se considera una perturbación? (1pto)

- a) Temperatura.
- b) Presión.
- c) Caudal.
- d) Granulometría del sólido.

40. ¿Qué factores han determinado el interés por este tipo de transporte de minerales? (2ptos)

---

---

---

41. Mencione cuatros ventajas del transporte hidráulico de concentrados. (3ptos)

---

---

---

42. ¿Qué condiciones deben cumplirse para llevar a cabo el transporte hidráulico de solidos? (2 ptos)

---

---

---

43. ¿Cómo se define el golpe de ariete? (2ptos)

---

---

---

44. ¿Qué norma rige la construcción de tuberías para transporte hidráulico de sólidos? (2 ptos)

---

---

---

45. ¿Qué función cumplen las estaciones disipadoras? (3ptos)

---

---

---

46. ¿A qué se le denomina gradiente hidráulico? (2ptos)

---

---

---

47. ¿Qué se entiende por sedimentación? (3ptos)

---

---

---

48. ¿Qué se entiende por clarificación? (2ptos)

---

---

---

49. ¿Qué se entiende por floculación? (2ptos)

---

---

---

50. ¿Qué son los floculantes? (2ptos)

---

---

---

51. ¿Qué es un espesador? (3ptos)

---

---

---

52. ¿Qué función cumplen los brazos en el espesador? (2ptos)

---

---

---

53. Desde el punto de vista operacional, los espesadores se clasifican en: (2ptos)

---

---

---

54. Enumere los parámetros y variables en los espesadores. (3ptos)

---

---

---

55. ¿Qué indica un alto amperaje en la rastra? (3ptos)

---

---

---

56. ¿Cuáles son los porcentajes de sólidos en la pulpa de entrada y salida del espesador? (2ptos)

---

---

---

## **Evaluación de habilidad**

Instrucciones para el participante:

A continuación, usted deberá demostrar las habilidades aprendidas en el módulo:  
Operador Espesamiento-Filtrado y transporte de concentrados.

El instructor le indicará las actividades a realizar e irá registrando las actividades que usted realice.

### **Competencia 1: Operar equipos de conducción de Relaves.**

#### **Los aspectos que se evaluarán son los siguientes:**

1. Opera los distintos tipos de disposición de relaves.
2. Controla secuencialmente los riesgos asociados al depósito de relaves.
3. Controla las variables asociadas al depósito de relaves.
4. Aplica el sistema de recuperación de agua utilizando en el depósito de relaves.

### **Competencia 2: Operar Equipos de Filtrado.**

1. Opera los distintos tipos de filtro a utilizar.
2. Controla los riesgos asociados al manejo del filtro.
3. Opera correctamente los accesorios y equipos auxiliares del filtro.
4. Controla efectivamente la presión interna de trabajo del filtro.

### **Competencia 3: Operar equipos de transporte de concentrados.**

1. Opera el tipo de transporte de concentrados.
2. Controla los aspectos ambientales asociados al transporte de concentrados.
3. Controla los riesgos asociados al transporte de concentrados.
4. Controla las variables asociadas al transporte de concentrados.

### **Competencia 4: Operar equipos de espesamiento.**

1. Opera los espesadores de concentrado.
2. Controla los aspectos ambientales asociados al operar un espesador de concentrado.
3. Controla los riesgos asociados a la operación de un espesador de concentrados.
4. Controla correctamente las variables asociadas a un espesador de concentrados.

DEMUESTRE TODO LO APRENDIDO. ¡ÉXITO!

## **Pautas de Corrección**

***Evaluación de conocimientos***



N°	Pregunta	Respuesta
1	Enumere los tipos de depósito de relave que están vigentes en Chile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tranques de Relaves.</li> <li>• Embalses de Relaves.</li> <li>• Depósito de Relaves Espesados.</li> <li>• Depósito de Relaves Filtrados.</li> <li>• Depósito de Relaves en Pasta.</li> </ul>
2	¿Qué altura puede llegar a tener muro en un tranque de relaves?	b) 25 metros.
3	El embalse de relaves, se diferencia del tranque en:	b) El muro construido en el embalse es de relleno, en el tranque no.
4	¿Qué sucede cuando en una pulpa de relave, la concentración de sólidos es baja?	El escurrimiento de la pulpa produce una segregación de materiales, depositándose en primer lugar los granos mayores y a continuación y separadamente, los más finos.
5	¿Cuál es la diferencia entre los relaves filtrados y los relaves espesados?	Este tipo de depósitos de relaves es muy similar al de los relaves espesados, con la diferencia de que el material contiene menos agua debido al proceso de filtrado utilizando equipos similares a los que se emplean para filtrar concentrados, como son los filtros de prensa o de vacío.
6	En el transporte hidráulico de pulpas, se conocen dos formas, las cuales son:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte gravitacional de pulpas.</li> <li>• Transporte de pulpas por bombeo.</li> </ul>
7	La velocidad crítica de sedimentación, se define como:	b) Es la velocidad de flujo para la cual las partículas empiezan a depositarse en el fondo de tubería.
8	¿Por qué es importante medir la velocidad crítica de sedimentación?	b) Esta velocidad es muy importante para el diseño, especialmente para fluidos heterogéneos, pues se toma como un referente de seguridad para asegurar que las partículas sólidas no sedimenten.
9	Detalle dos características del cajón distribuidor de relaves.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El ancho del cajón de traspaso debe ser tal que se evite el choque de los flujos de pulpas con las paredes de éste.</li> <li>• El largo del cajón de traspaso debe ser tal, que considere la trayectoria parabólica que describe la caída de pulpa de alimentación al cajón.</li> </ul>
10	La deposición de la	d) Todas las anteriores.

	pulpa de relaves se puede realizar con:	
11	Mencione tres medidas para evitar el crecimiento de la ribera de agua.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bombeo con bomba vertical montada en un flotador.</li> <li>• Construcción con muros de arena.</li> <li>• Poza de decantación alejada del muro.</li> </ul>
12	Nombre los equipos utilizados para recuperar agua de los relaves filtrados	Filtros de vacío. Filtros de prensa. Filtros de banda. Centrifugas.
13	¿En cuánto porcentaje se puede reducir el contenido de agua en los relaves?	Entre un 20 a un 25 por ciento por peso de pulpa.
14	¿Qué se entiende por filtración?	a) Es un método de separación de fluidos desde los sólidos que se basa en hacer pasar aquellos a través de una pantalla finamente perforada que retiene los sólidos.
15	Según la fuerza impulsora, la filtración se clasifica en:	d) Todas las anteriores.
16	Nombre los elementos que interviene en la filtración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtración con formación de queque.</li> <li>• Filtración sin formación de queque.</li> <li>• Filtración profunda.</li> </ul>
17	¿Qué es un medio filtrante?	Cualquier material permeable sobre el cual, o en el cual, son separados los sólidos del fluido durante el proceso de filtración.
18	Nombre los polímeros más utilizados como medios filtrantes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polipropileno (PP)</li> <li>• Polietileno (PET)</li> <li>• Poliamida (PA).</li> </ul>
19	Que requerimientos debe cumplir una tela filtrante	Claridad en el filtrado (es decir una alta eficiencia de retención de partículas finas). Rendimiento. Contenido de humedad en el queque. Efectiva liberación del queque (de fácil desprendimiento). Baja resistencia al paso del fluido y alta resistencia a la abrasión.
20	¿Cuáles son los daños que puede sufrir el medio	Deformación estructural, estiramiento, fatiga a la flexión y a daños térmicos y químicos.

	filtrante?	
21	¿A qué se debe la deformación estructural de la tela filtrante?	Son el resultado de un mal diseño y a aspectos operacionales, tirón muy fuerte durante la descarga del queque o tensiones fuertes al inicio del ciclo o de la alta presión de agua usada en el lavado de la tela.
22	Para evitar daños químicos y térmicos en la tela:	c) Se debe elegir la tela adecuada para el proceso que va ser usada.
23	Nombre los cuatro filtros al vacío.	c) Se debe elegir la tela adecuada para el proceso que va ser usada.
24	Las etapas que contempla el filtro de tambor.	Filtrado-secado-lavado-secado-descarga.
25	La siguiente figura representa.	a) Tela filtrante.
26	¿Cuál es la diferencia entre el filtro de discos convencional y el cerámico?	La diferencia está en que los sectores que componen los discos son placas de un material cerámico micro poroso como elemento filtrante, basado en óxido de aluminio.
27	Describa brevemente el funcionamiento del filtro de banda	La pulpa se alimenta por gravedad sobre el filtro y la filtración comienza inmediatamente, por efecto de la presión de la capa de pulpa y el vacío.
28	El mecanismo de operación del filtro de banda se divide en cinco zonas, las cuales son:	Zona de formación Zona de lavado Zona de secado Zona de descarga Zona de lavado de tela
29	¿Cuáles son los filtros de presión utilizados en la minería?	Filtros prensa de placas verticales, filtros prensa de placas horizontales y filtro prensa de disco.
30	Del siguiente esquema, la letra A y B, indican:	a) Cámara y medio filtrante.
31	¿Cuáles son los mecanismos que permiten empujar y comprimir las placas?	Cabezal móvil y pistón hidráulico.
32	Del esquema anterior, el	d) C.

	queque formado lo representa la letra.	
33	¿A qué se le llama pre-revestimiento?	Es la capa de solidos a ambos lados de la tela que se forma cuando se ingresa la pulpa en la cámara.
34	¿Cuál es la finalidad de la etapa de lavado?	Realizar el lavado de telas con agua y así eliminar las partículas de concentrado adheridas y mantener limpias las superficies de las placas y telas.
35	¿A qué se le denomina colmatación?	Taponamiento de los poros de las telas.
36	¿Qué características hacen que el filtro de prensa horizontal sea importante en la industria minera?	Este sofisticado equipo combina las dos características más buscadas por la industria minera, una baja humedad y gran capacidad. La flexibilidad en la capacidad también es importante ya que los hace convenientes para empresas mineras grandes y pequeñas.
37	Donde su ubica y que nombre recibe el elemento que genera la presión sobre la pulpa.	El nombre es diafragma y se ubica en la parte superior de la cámara de filtrado.
38	Nombre las principales variables de un proceso de filtración.	Variables de entrada. Variables de salida. Parámetros. Perturbaciones. Variables de control.
39	¿Cuál de las alternativas siguientes, se considera una perturbación?	d) Granulometría del sólido.
40	¿Qué factores han determinado el interés por este tipo de transporte de minerales?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo costo y economía de escala, y</li> <li>• Puesta en marcha de la explotación de yacimientos mineros, cuya localización hace que tal actividad no sea económica por medio del transporte tradicional.</li> </ul>
41	Mencione cuatros ventajas del transporte hidráulico de concentrados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simplicidad de la instalación.</li> <li>• Facilidad para vencer obstáculos naturales o artificiales. No hay impedimentos, el transporte puede ser en dirección horizontal, vertical o inclinada.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• No requiere de gran despliegue de maniobras de instalación ni de operación. El factor operacional es ventajoso, por cuanto es bajo el número de operarios requeridos para hacer funcionar el sistema.</li> <li>• Proporciona un flujo continuo de sólidos y fácil implementación de control automático.</li> </ul>
42	¿Qué condiciones deben cumplirse para llevar a cabo el transporte hidráulico de sólidos?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El sólido debe poder mezclarse y separarse fácilmente.</li> <li>• No deben existir riesgos, como por ejemplo taponamiento de la cañería debido a interacciones entre las partículas, trayendo como consecuencia aglomeración de ellas.</li> <li>• El sólido a transportar no debe reaccionar ni con el fluido que transporta ni con la tubería.</li> <li>• El desgaste y ruptura que sufren las partículas durante el transporte no deben tener efectos adversos para el proceso posterior de ellas.</li> <li>• La cantidad de fluido a transportar debe ser adecuada.</li> </ul>
43	¿Cómo se define el golpe de ariete?	El golpe de ariete (choque hidráulico) es el incremento momentáneo en presión, el cual ocurre en un sistema de agua cuando hay un cambio repentino de dirección o velocidad del agua.
44	¿Que norma rige la construcción de tuberías para transporte hidráulico de sólidos?	La norma ASME B31.11 es la utilizada para la construcción de todas las tuberías que transportan fluidos bifásicos sólido-líquido.
45	Que función cumplen las estaciones disipadoras.	Su función principal es la de disipar la presión extra que se genera sobre el fluido transportado, debido a la diferencia de cota entre la entrada y la salida del tramo de tubería que recorre el mismo.
46	¿A qué se le denomina gradiente hidráulico?	El gradiente hidráulico se define como la pérdida de energía experimentada por unidad de longitud recorrida por el agua.

47	¿Qué se entiende por sedimentación?	Se denomina <i>sedimentación</i> al proceso de asentamiento de un material sólido o líquido desde un fluido, generalmente agua o aire, desde un estado de suspensión.
48	¿Qué se entiende por clarificación?	El proceso de clarificación tiene como objetivo la eliminación de sustancias en suspensión, sustancias disueltas y la supresión de la flora microbiana.
49	¿Qué se entiende por floculación?	La floculación es la aglomeración de partículas desestabilizadas en microflóculos y después en los flóculos más grandes que tienden a depositarse en el fondo de los recipientes construidos para este fin, denominados decantadores.
50	¿Qué son los floculantes?	Los floculantes son productos que favorecen el proceso de formación del flóculo, actuando de puente o unión para captar mecánicamente las partículas en suspensión.
51	¿Qué es un espesador?	Un espesador es un aparato de separación sólido-líquido continuo, en el que las partículas sólidas contenidas en una pulpa se dejan decantar, produciendo un rebose de agua clarificada (overflow) y un lodo concentrado en la descarga (underflow).
52	¿Qué función cumplen los brazos en el espesador?	Tienen como función desplazar los sólidos sedimentados hacia el punto de evacuación, y aumentar el porcentaje de sólidos en la descarga al permitir la liberación de agua por medio de canalización en la cama compactada. Usualmente son cuatro brazos, dos largos y dos cortos, los cuales pueden ser soldados o empernados al eje central. Para el caso de brazos muy largos es común el uso de cables adicionales de apoyo.
53	Desde el punto de vista operacional, los espesadores se clasifican en:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espesadores Convencionales.</li> <li>• Espesadores de alta capacidad.</li> <li>• Espesadores de alta densidad.</li> </ul>
54	Enumere los parámetros y	1. Presión hidráulica de giro de las rastras.

	variables en los espesadores.	2. Amperaje del motor de la rastra. 3. Torque mecánico de la rastra. 4. Altura de la rastra. 5. Amperaje de la bomba de traspaso (descarga). 6. Porcentaje de sólidos en la descarga, flujo de descarga. 7. Nivel de líquido claro.
55	¿Qué indica un alto amperaje en la rastra?	El amperaje del motor de la rastra, es una medida del grado de comprensión de la pulpa en el fondo del estanque.
56	¿Cuáles son los porcentajes de sólidos en la pulpa de entrada y salida del espesador?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pulpa de alimentación fluctúa entre: 15 - 25 %.</li> <li>• Pulpa de descarga fluctúa entre: 40 - 60 %.</li> </ul>

### ***Pauta de observación prueba de habilidad***

Nombre del participante:

Porcentaje total:

### COMPETENCIA 1

Los aspectos que se evaluarán son los siguientes:

		Si	No
	Opera los distintos tipos de disposición de relaves.		
	Controla secuencialmente los riesgos asociados al depósito de relaves		
	Controla las variables asociadas al depósito de relaves.		
	Aplica el sistema de recuperación de agua utilizando en el depósito de relaves.		
Sub total 4/4			

### COMPETENCIA 2

Los aspectos que se evaluarán son los siguientes:

		Si	No
	Opera los distintos tipos de filtro a utilizar.		
	Controla los riesgos asociados al manejo del filtro		
	Opera correctamente los accesorios y equipos auxiliares del filtro.		
	Controla efectivamente la presión interna de trabajo del filtro.		
Sub total 4 /4			

### COMPETENCIA 3

Los aspectos que se evaluarán son los siguientes:

		Si	No
	Opera el tipo de transporte de concentrados.		
	Controla los aspectos ambientales asociados al transporte de concentrados.		
	Controla los riesgos asociados al transporte de concentrados.		
	Controla las variables asociadas al transporte de concentrados.		
Sub total 4 /4			



**COMPETENCIA 4:**

Los aspectos que se evaluarán son los siguientes:

		Si	No
	Opera los espesadores de concentrado.		
	Controla los aspectos ambientales asociados al operar un espesador de concentrado		
	Controla los riesgos asociados a la operación de un espesador de concentrados.		
	Controla correctamente las variables asociadas a un espesador de concentrados.		
Sub total 4/4			

***EVALUACIÓN CONDUCTUAL DE SALIDA (\*\*)***

Instrucciones para el instructor:

Antes de completar ésta evaluación tenga presente que

- Éste instrumento tiene como objetivo evaluar el nivel de logro alcanzado por el alumno en relación a las competencias conductuales definidas durante su proceso de formación en el Programa de Entrenamiento.
- Antes de completar ésta evaluación, asegúrese de haber leído y comprendido la definición de las competencias que usted evaluará y los indicadores de conducta asociados a cada competencia.
- A modo de facilitar la calificación que usted realice cada indicador de conducta es evaluado a través de una escala de resultado (logrado, medianamente logrado, no logrado). La categoría N/A ("No aplica") corresponde en aquellos indicadores que no fueron entrenados u observados durante el proceso de entrenamiento.
- Por cada indicador de conducta marque una X en el casillero que corresponda según su evaluación.

Nombre Completo del Alumno (a)	
N° Cédula de Identidad del Alumno (a)	
Nombre Programa de Entrenamiento	
Fecha en que se realiza la evaluación	
Instructor (a) Evaluador (a)	

Competencia	Indicadores de conducta	Logrado	Medianament e Logrado	No Logrado
<b>Seguridad</b>  Capacidad de realizar el trabajo manteniendo una actitud proactiva hacia el autocuidado y la prevención de los riesgos asociados a las personas y los equipos en cada una de las actividades.	<i>Evalúa las condiciones de seguridad en su entorno de trabajo, equipos y herramientas reportando inmediatamente en caso de desvíos para que se apliquen las medidas correctivas.</i>			
	<i>Identifica acciones riesgosas en otras personas solicitándoles que modifiquen su conducta o informando inmediatamente a una jefatura (instructor).</i>			
	<i>Aplica medidas correctivas para prevenir y/o controlar los riesgos analizando previamente que sean viables y no constituyan mayor riesgo para las personas, los equipos y el medioambiente.</i>			
	<i>Realiza mantenimiento preventivo de los equipos verificando que se encuentren en óptimas condiciones informando inmediatamente al detectar una falla.</i>			
	<i>Trabaja respetando las instrucciones, procedimientos y estándares establecidos para cada actividad.</i>			
	<i>Verifica que todos sus EPP y otros dispositivos de seguridad cumplan con los requerimientos obligatorios para realizar la actividad informando inmediatamente a su jefatura (instructor) ante cualquier desviación o extravío.</i>			
<b>Productividad</b>	<i>Realiza las tareas que le son asignadas dentro de los estándares y plazos establecidos optimizando el uso del tiempo y recursos</i>			

<i>Capacidad de trabajar hacia el logro de los objetivos dentro de los plazos y estándares de calidad establecidos, optimizando el uso del tiempo y recursos disponibles.</i>	<i>disponibles.</i>			
	<i>Verifica la información sobre el estado operativo de los equipos, herramientas y materiales que utiliza.</i>			
	<i>Mide variables eléctricas evitando desperdiciar recursos, optimizando el uso del tiempo y herramientas disponibles.</i>			
	<i>Ejecuta tareas según pauta de trabajo cumpliendo con los plazos y estándares establecidos.</i>			
<b>Trabajo en Equipo</b>  <i>Capacidad de establecer relaciones de colaboración con otras personas logrando coordinar acciones en conjunto para cumplir las metas.</i>	<i>Comunica oportunamente al instructor y/o a sus compañeros las acciones que realiza para asegurar la correcta coordinación en la ejecución de las tareas.</i>			
	<i>Realiza actividades de mantención en cooperación y comunicación directa con el instructor y sus compañeros.</i>			
	<i>Aunque realice trabajos individuales, comprende que su labor está vinculada (e impacta directamente) al trabajo de su equipo y los resultados finales que obtengan.</i>			
	<i>Comunica sus ideas en forma adecuada escuchando las opiniones de sus pares, jefaturas y/o colaboradores.</i>			
	<i>Explica claramente cuál es su rol en el equipo de trabajo.</i>			
<b>Rigurosidad</b>  <i>Disposición para realizar sus actividades con dedicación siguiendo los instructivos y procedimientos establecidos.</i>	<i>Identifica procedimientos generales y específicos en pauta de trabajo, según la tarea a realizar.</i>			
	<i>Antes de ejecutar una actividad revisa las instrucciones, estándares y procedimientos que aplican.</i>			
	<i>Realiza las actividades respetando las normas, estándares y procedimientos establecidos.</i>			
	<i>Registra sistemáticamente la planificación de sus actividades completando órdenes de trabajo, informes de inspección y bitácora del equipo según procedimiento.</i>			
	<i>Mantiene una correcta limpieza y orden en su equipo, área de trabajo y espacios compartidos con otras personas.</i>			
<b>Orientación al cliente interno</b>  <i>Capacidad de comprender los</i>	<i>Identifica claramente cuáles son sus potenciales clientes internos en su área de trabajo u otras áreas relacionadas.</i>			
	<i>Realiza preguntas que le permiten comprender los requerimientos de su cliente.</i>			
	<i>Analiza la información entregada por el</i>			

requerimientos de su cliente interno y dirigir sus esfuerzos para responder a las necesidades del cliente de manera eficiente y oportuna.	instructor para realizar una actividad de mantención que cumpla con las exigencias y estándares establecidos.			
	Realiza una actividad de mantención a interruptores cumpliendo con los plazos y estándares establecidos.			

**Escala de Resultado:**

**Logrado:** el alumno cumple a cabalidad con la conducta observada. Se vislumbra un alto desempeño.

**Medianamente logrado:** el alumno cumple frecuentemente con la conducta observada, sin embargo, requiere continuar desarrollando algunas habilidades y/o actitudes, o recibir supervisión directa para alcanzar el nivel esperado en la competencia evaluada.

**No logrado:** el alumno no alcanza el nivel mínimo requerido para ejecutar la conducta evaluada. Se sugiere re instrucción.

**Retroalimentación:** en ésta sección escriba los aspectos conductuales más sobresalientes del desempeño del alumno durante su proceso formativo, brechas detectadas acerca de actitudes que requiere continuar desarrollando, sugerencias para potenciales empleadores.

Firma del Instructor (a)

Timbre de la Institución Formativa

**(\*) Anexo Instructivo de Apoyo Evaluación Conductual de Proceso y Salida**

## **Instructivo de apoyo**

Proceso de Evaluación Competencias Conductuales

## I. Introducción

Este instructivo tiene como objetivo entregar un apoyo a modo de consulta a los instructores que realicen las evaluaciones de proceso y salida de competencias conductuales en los Programas de Entrenamiento de Mantenedores.

### 1. Preparación de la evaluación

- Antes de completar la evaluación, asegúrese de comprender los objetivos de cada evaluación: de proceso y de salida.
- Objetivo de la evaluación de proceso: evaluar las competencias conductuales en determinados momentos del proceso formativo para entregar al alumno una retroalimentación continua y detectar brechas sobre su proceso de entrenamiento.
- Objetivo de la evaluación de salida: evaluar el nivel de logro alcanzado por el alumno en relación a las competencias conductuales definidas durante su proceso de formación en el Programa de Entrenamiento.
- Revise la definición de cada una de las competencias conductuales evaluadas y sus indicadores. Consulte anticipadamente a quien corresponda en caso de tener dudas.
- En el instrumento para la evaluación de proceso usted evaluará cada indicador de conducta en base a una escala likert de frecuencia (Siempre, Frecuentemente, Ocasionalmente, Rara Vez, Nunca)
- En el instrumento para la evaluación de salida usted evaluará cada indicador de conducta en base una escala de resultado (logrado, medianamente logrado, no logrado). En éste instrumento se agregó la categoría N/A (“No aplica”) en caso que hubiesen algunos indicadores que no fueron entrenados u observados durante el proceso de entrenamiento.
- En ambas evaluaciones por cada indicador de conducta observado usted tendrá que marcar una X en el casillero que corresponda según la evaluación que usted haga.

### 2. Inicio de la evaluación

Antes de comenzar la evaluación dé a conocer al alumno o alumna los objetivos de la evaluación, las competencias conductuales que serán evaluadas, los indicadores de conducta asociados a cada competencia, algunas de las actividades que usted observó como evidencia de desempeño; explicándole además la escala de evaluación utilizada.

Cada institución formativa determinará cuando se aplicarán las evaluaciones, no obstante, se recomienda que la evaluación de proceso se aplique cada tres meses y la evaluación de salida durante los dos últimos meses del proceso de formación.

### 3. Ejecución de la evaluación

Usted completará las evaluaciones en base a la observación que usted ha realizado del desempeño del alumno o alumna durante el período que se está evaluando (evaluación de proceso) o al finalizar su proceso formativo (evaluación de salida).

A modo de facilitar éste ejercicio evaluativo, a continuación se sugieren algunas actividades que usted puede observar y considerar como evidencias de desempeño para cada indicador de conducta evaluado.

Competencia	Indicadores de conducta	Actividad sugerida a observar
<b>Seguridad</b> Capacidad de	Evalúa las condiciones de seguridad en su entorno de trabajo, equipos y herramientas reportando inmediatamente en caso de desvíos para que se apliquen las medidas correctivas.	Usar EPP antes de ingresar a Taller y Laboratorio, informa al instructor inmediatamente cuando no cuenta con EPP o

<p>realizar el trabajo manteniendo una actitud proactiva hacia el autocuidado y la prevención de los riesgos asociados a las personas y los equipos en cada una de las actividades.</p>	Identifica acciones riesgosas en otras personas solicitándoles que modifiquen su conducta o informando inmediatamente a una jefatura (instructor).	está en mal estado. Reacción de los alumnos y alumnas cuando son sujeto de supervisión o monitoreo al realizar una tarea alta criticidad, interacción con energías , hombre máquina.
	Aplica medidas correctivas para prevenir y/o controlar los riesgos analizando previamente que sean viables y no constituyan mayor riesgo para las personas, los equipos y el medioambiente.	Aplicación de las normativas de housekeeping al terminar el taller.
	Realiza mantenimiento preventivo de los equipos verificando que se encuentren en óptimas condiciones informando inmediatamente al detectar una falla.	Completa órdenes de trabajo, informes de inspección y bitácora del equipo según procedimiento.
	Trabaja respetando las instrucciones, procedimientos y estándares establecidos para cada actividad.	Nombra los procedimientos involucrados previa lectura de la pauta de trabajo.
	Verifica que todos sus EPP y otros dispositivos de seguridad cumplan con los requerimientos obligatorios para realizar la actividad informando inmediatamente a su jefatura (instructor) ante cualquier desviación o extravío.	Utiliza los EPP en todo momento durante sus labores de mantención.
<p><b>Productividad</b></p> <p>Capacidad de trabajar hacia el logro de los objetivos dentro de los plazos y estándares de calidad establecidos, optimizando el uso del tiempo y recursos disponibles.</p>	Realiza las tareas que le son asignadas dentro de los estándares y plazos establecidos optimizando el uso del tiempo y recursos disponibles.	Taller de mantenimiento motor finaliza con el correcto funcionamiento del equipo, cumpliendo con efectividad en el logro de la tarea.
	Verifica la información sobre el estado operativo de los equipos, herramientas y materiales que utiliza.	Cumplir la tarea de mantenimiento, según lo planificado, utilizando sólo los recursos asignados.
	Mide variables eléctricas evitando desperdiciar recursos, optimizando el uso del tiempo y herramientas disponibles.	Realiza diagnósticos certeros sin gastar tiempos y recursos extras.
	Ejecuta tareas según pauta de trabajo cumpliendo con los plazos y estándares establecidos.	Cumplir con los requisitos técnicos de las actividades prácticas, por ejemplo criterios de exactitud en las cantidades o porcentaje de sustancias utilizadas en laboratorio.
<p><b>Trabajo en Equipo</b></p> <p>Capacidad de establecer relaciones de colaboración con otras personas logrando coordinar</p>	Comunica oportunamente al instructor y/o a sus compañeros las acciones que realiza para asegurar la correcta coordinación en la ejecución de las tareas.	Revisar pauta de trabajo con sus compañeros preguntando directamente al instructor la secuencia de acciones clarificando los roles y tareas.
	Realiza actividades de mantención en cooperación y comunicación directa con el instructor y sus compañeros.	
	Aunque realice trabajos individuales, comprende que su labor está vinculada (e impacta directamente) al trabajo de su equipo y los resultados finales que obtengan.	
	Comunica sus ideas en forma adecuada escuchando las opiniones de sus pares, jefaturas y/o colaboradores.	
	Explica claramente cuál es su rol en el equipo de trabajo.	

acciones en conjunto para cumplir las metas.		
<b>Rigurosidad</b>	Identifica procedimientos generales y específicos en pauta de trabajo, según la tarea a realizar.	Usar manual de fabricante según especificaciones o procedimiento entregado, sin saltarse los pasos para no generar causa raíz de falla producto de la improvisación.
Disposición para realizar sus actividades con dedicación siguiendo los instructivos y procedimientos establecidos.	Antes de ejecutar una actividad revisa las instrucciones, estándares y procedimientos que aplican.	Tomar apuntes y completa hoja de tareas.
	Realiza las actividades respetando las normas, estándares y procedimientos establecidos.	Realizar identificación de riesgos y registra las medidas de control tomadas.
	Registra sistemáticamente la planificación de sus actividades completando órdenes de trabajo, informes de inspección y bitácora del equipo según procedimiento.	Solicitar autorización para intervenir equipo.
	Mantiene una correcta limpieza y orden en su equipo, área de trabajo y espacios compartidos con otras personas.	Seguir paso a paso el procedimiento operativo planeado para el taller o laboratorio metalúrgico
<b>Orientación al cliente interno</b>	Identifica claramente cuáles son sus potenciales clientes internos en su área de trabajo u otras áreas relacionadas.	Mencionar clientes internos en su área de trabajo.
Capacidad de comprender los requerimientos de su cliente interno y dirigir sus esfuerzos para responder a las necesidades del cliente de manera eficiente y oportuna.	Realiza preguntas que le permiten comprender los requerimientos de su cliente.	Revisar órdenes de trabajo y preguntar al instructor para asegurar la correcta comprensión del requerimiento.
	Analiza la información entregada por el instructor para realizar una actividad de mantención que cumpla con las exigencias y estándares establecidos.	Completar en forma correcta órdenes de trabajo, informes de inspección y bitácora del equipo según procedimiento.
	Realiza una actividad de mantención a interruptores cumpliendo con los plazos y estándares establecidos.	

#### 4. Entrega de retroalimentación :

Luego de realizar cada evaluación entregue una retroalimentación al alumno o alumna explicándole cuáles fueron los aspectos positivos más sobresalientes que usted observó y cuáles son las aquellas conductas que requiere continuar entrenando para lograr el nivel deseado que se espera en el Programa de Entrenamiento. Considere tiempo para que el alumno o alumna haga preguntas o consultas en relación a su evaluación.

(\*\*) El Instructor que aplica la evaluación de salida debe considerar como referencia la evaluación conductual de proceso





## **Porcentajes de aprobación y calificación**

Prueba de conocimientos:  
*Evaluación de conocimiento:*

Nº Preguntas correctas		Porcentaje de Aprobación ( /122 ) x 100
Criterio de aprobación; mínimo 70% de respuestas correctas		
100 %	Posee los conocimientos requeridos para ejecutar las tareas y es capaz de transferirlos a otros.	
75 %	Posee los conocimientos requeridos para ejecutar las tareas.	
50 %	Posee algunos conocimientos para realizar las tareas.	
25 %	No posee los conocimientos requeridos para realizar las tareas.	

*Evaluación de habilidad:*

Totales	Puntajes	Ponderación	
Total Identificación	____/ 16	100 %	
Porcentaje total			
Criterio de aprobación: mínimo 70% de cumplimiento total.			

*Porcentaje total del módulo:*

Evaluación	Porcentaje	Porcentaje total
Conocimiento (40%)		
Habilidad (60%)		

Si usted quisiera transformar el porcentaje en una calificación, aplique la siguiente fórmula:

$(\% \text{ obtenido} / 100) \times 6+1$
--





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

