CCM
CONSEJO DE COMPETENCIAS MINERAS

Cuaderno del Instructor
Operador Base Planta
Módulo XI: Operación de equipos de moldeo en fundición de oro-plata
PFPCO-2-01/v.2-[PE01-M11/v.1]

Una iniciativa de:

CONSEJO MINERO

Con la asesoría experta de:

Innovum FCH FUNDACIÓN CHILE

Equipo Consejo Minero

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

Equipo Innovum Fundación Chile

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

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

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

Este material ha sido realizado por el Centro de Innovación en Capital Humano de Fundación Chile - Innovum, con la colaboración técnica del Centro de Entrenamiento Industrial y Minero - CEIM, para el Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero - del cual pasa a ser propiedad -.

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

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

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS
QUEDA AUTORIZADA SU REPRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN CITANDO LA FUENTE.

© Anglo American Norte S.A., Anglo American Sur S.A., Anglo American Chile Ltda.; Antofagasta Minerals S.A.; BHP Chile Inc.; Compañía Minera Barrick Chile Ltda.; Compañía Minera Cerro Colorado Ltda., Minera Escondida Ltda., Minera Spence S.A.; Compañía Minera Zaldívar Ltda.; Corporación Nacional del Cobre de Chile; Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM; Compañía Contractual Minera Candelaria, Sociedad Contractual Minera El Abra; Freeport-McMoran South America Inc.; Glencore Chile S.A.; SCM Minera Lumina Cooper Chile; Sierra Gorda SCM; Teck Resources Chile Ltda.; Yamana Chile Servicios Ltda.; 2013.

Consejo de Competencias Mineras – CCM:

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

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

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

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

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

Contribución del CCM

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

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

Para el sector minero:

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

Para las instituciones educacionales:

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

Para la comunidad y el país:

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

Índice

Descripción del documento 9

Módulo XI: Operación de equipos de moldeo en fundición de oro-plata 10

1. Nivelación y ubicación de los moldes 11

1.1. Tipos de Hornos utilizados en planta. 11

1.2. Moldes Utilizados en Planta 15

1.3. Manipulación de moldes en el Horno 17

1.4. Procedimiento de Nivelación de moldes 17

1.5. Posicionamiento de Moldes 19

1.6. Estándares de nivelación y ubicación de moldes 20

2. Regulación de pernos 20

2.1. Tipos de pernos de regulación de la cuchara en equipos de moldeo 20

2.2. Procedimientos de regulación de la cuchara en equipos de moldeo 21

2.3. Estándares de regulación de pernos utilizados en la preparación de equipos de moldeo. 22

2.4. Mecanismo de regulación de pernos de la cuchara en la preparación de equipos de moldeo 24

Actividad N° 1 25

3. Aplicación de desmoldante 29

3.1. Propiedades químicas del desmoldante para preparar equipos de moldeo 29

3.2. Procedimiento de aplicación de desmoldante para preparar equipos de moldeo ... 30

3.3. Normas de aplicación del desmoldante 31

3.4. Estándares utilizados en la empresa para preparar equipos de moldeo 31

4. Moldeo en procesos de fundición 32

4.1. Tipos de moldes utilizados en la fundición 32

4.2. Equipo de moldeo 33
4.3. Descripción de equipo de moldeo 34
4.4. Componentes del equipo de moldeo 35
4.5. Procedimiento de manipulación del equipo de moldeo 36
Actividad N° 2 37
5. Acopio de conos 42
5.1. Formas de acopio de conos en patio de retiro 42
5.2. Procedimiento de ubicación de conos de escoria para tareas de retiro de metales. 44
6. Tipos de barras obtenidas en planta. 45
6.1. Estándares utilizados en la clasificación de metal doré. 45
6.2. Tipos de limpiadoras de barra. 45
6.3. Procedimiento de retiro de metal doré. 47
6.4. Procedimiento de conducción de barras hacia la limpiadora de barra. 47
6.5. Estándares de traslado de barras en el área planta. 47
Actividad N° 3 48
7. Operación de válvulas de regulación de duchas de refrigeración. 54
7.1. Tipos de válvulas utilizados para la refrigeración 54
7.2. Regulación de válvulas para la refrigeración 54
7.3. Procedimientos de manejo de herramientas para manipular válvulas 54
Actividad N° 4 56
8. Calidad estructural del metal doré. 60
8.1. Estándar de calidad estructural del metal doré 60
8.2. Pauta de inspección de calidad del metal 61
8.3. Instrumentos de medición utilizados en planta para la inspección de calidad. 62
8.4. Procedimiento de inspección de calidad estructural del metal 64

8.5. Estándares de calidad estructural del metal. 64

9. Calibración de instrumentos. 64

9.1. Instrumentos utilizados en la calibración para manipulación del metal doré. 64

9.2. Procedimiento de calibración de instrumentos de medición para manipulación del metal doré. 65

9.3. Sistema de pesaje para metal doré obtenido. 65

9.4. Procedimiento de pesaje de metal doré obtenido. 65

10. Distribución de acopio para el metal doré. 66

10.1. Estándar de clasificación del metal producido. 66

10.2. Procedimiento de revisión de metales obtenidos. 66

10.3. Pauta de revisión de productos obtenidos. 66

Actividad N° 5 67

Descripción del documento

El Cuaderno del instructor contiene la totalidad de los contenidos a utilizar por el instructor para el desarrollo del programa de formación de Operador Base Planta de nivel 2.
El documento está dividido en módulos, los cuales están organizados en secciones de temas y contenidos específicos.
El instructor podrá además, sugerir actividades como las que se listan a continuación:

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

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

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

Respecto a las evaluaciones se sugiere que éstas sean elaboradas por el instructor de acuerdo a los siguientes lineamientos:
La evaluación de los módulos y sus contenidos debe estar compuesta por a lo menos 10 preguntas, las cuales deben ser extraídas del documento “Instrumento de evaluación de proceso”.

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

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

Módulo XI: Operación de equipos de moldeo en fundición de oro-plata

1. Nivelación y ubicación de los moldes

1.1. Tipos de Hornos utilizados en planta.

Horno de Retortas extracción de Mercurio: La función de este equipo es remover los metales volátiles, tal es el caso del mercurio que cambia de estado a 356º C, se transforma en gas. Este proceso reduce el contenido de mercurio un 99%.

En la descripción del proceso, los hornos utilizados en el proceso de fundición están el de retorta y el reverbero, de los cuales se hará referencia a continuación:

- **Horno de Retorta**

Estos hornos de retorta, herméticos al gas, están equipados con calentamiento directo o indirecto dependiendo de la temperatura. Son excelentes para multitud de tratamientos térmicos, que requieren una atmósfera definida por un gas inerte o un gas reactivo. Estos compactos modelos también son especialmente útiles para el tratamiento térmico al vacío y hasta 600 °C. El espacio útil está formado por una retorta hermética al gas, que está equipada con una refrigeración de agua en la zona de la puerta para proteger la junta especial. Equipados con los correspondientes dispositivos de seguridad, los hornos de retorta son apropiados para aplicaciones bajo gases reactivos, como el hidrógeno. Estos hornos también son idóneos para el des-aglomerado inerte o para procesos de pirólisis.

Dependiendo del rango de temperatura que se vaya a emplear en el horno, existen algunas variaciones como las presentadas a continuación:

Con una Tmáx de 650 °C

- Calentamiento a través de las resistencias colocadas dentro de la retorta.
- Homogeneidad de la temperatura hasta +/- 6 °C en el espacio útil de 100 °C - 600 °C.
- Circulación de aire en la parte posterior de la retorta para una mejor homogeneidad de la temperatura.

Con una Tmáx de 950 °C

- Calentamiento por fuera con resistencias alrededor de la retorta, así como una calefacción adicional en la puerta.
- Homogeneidad de la temperatura hasta +/- 6 °C en el espacio útil de 200 °C - 900 °C.
- Circulación de aire en la parte posterior de la retorta para una mejor homogeneidad de la temperatura.

Con una Tmáx de 1100 °C

- Calentamiento por fuera con resistencias alrededor de la retorta, así como una calefacción adicional en la puerta.

- Homogeneidad de la temperatura hasta +/- 8 °C en el espacio útil de 200 °C - 1050 °C.

En la figura se presentan un tipo de hornos de retorta utilizado:

Figura 1 Horno de retorta

- **Hornos de Reverbero**

Los hornos de reverbero se utilizan para la fundición de piezas de grandes dimensiones, tanto de metales férreos como de metales no férreos como metal, latón, bronce y aluminio.

Los hornos de reverbero son de poca altura y gran longitud. En uno de los extremos se encuentra el hogar donde se quema el combustible y en el extremo opuesto la chimenea. Las llamas y productos de la combustión atraviesan el horno y son dirigidos por la bóveda de forma adecuada hacia la solera del horno, donde está situada la carga del metal que se trata de fundir. Esta carga se calienta no solo por su contacto con las llamas y gases calientes, sino también por el calor de radiación de la bóveda del horno.

Figura 2 Horno en proceso de fusión

Hornos de reverbero rotativos

Los hornos rotativos están formados por una envoltura cilíndrica de acero, de eje sensiblemente horizontal, que termina con dos troncos de soporte, uno en cada extremo. En uno de los extremos está situado un quemador y en otro la salida de los gases quemados que, generalmente, pasan por un sistema de recuperación de calor para precalentar el aire soplado antes de ser evacuados por la chimenea. Todo el interior del horno está revestido con un material refractario. El combustible puede ser de gasoil o carbón pulverizado.

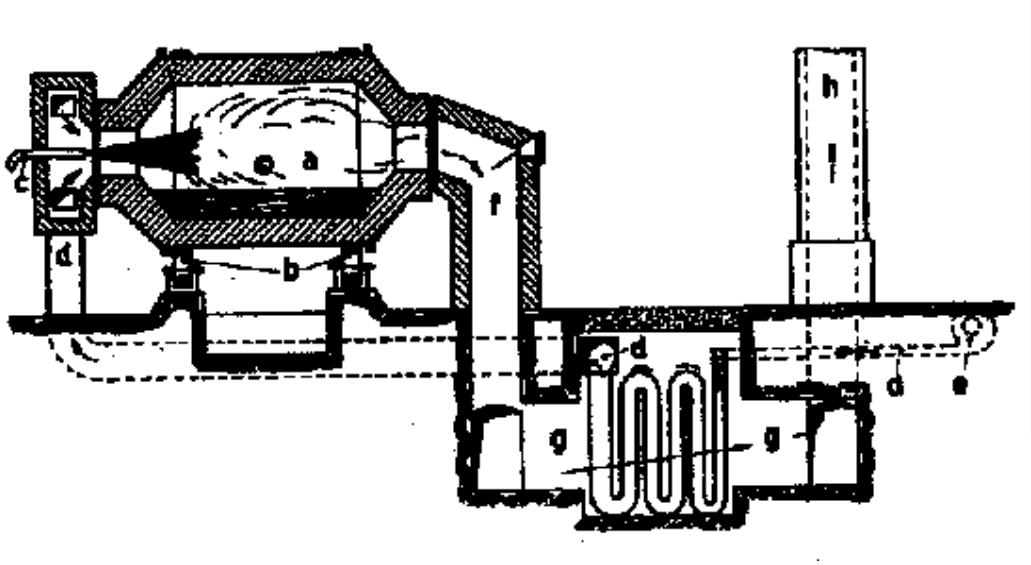


Figura 3 Horno Reverbero Rotatorio

Figura 4 Horno reverbero

Los hornos rotativos se han considerado como hornos de reverbero perfeccionados, ya que además de calentarse la carga por el contacto de las llamas y gases y por la radiación de la bóveda caliente, se calienta también por el contacto directo con la parte superior del horno, que al girar queda bajo la carga. Con esto se consigue un notable acortamiento del tiempo de fusión, pues se logra evitar el efecto aislante de la capa de escorias, que flota sobre el baño, que en los hornos de reverbero ordinarios dificulta el calentamiento de la masa del metal.

La capacidad de los hornos rotativos para la fusión de los metales varía ordinariamente entre los 50 kg. y las 5 Tm. , aunque se han llegado a construir hornos para la fabricación del acero hasta de 100 Tm. Los hornos pequeños se hacen girar a mano y los hornos grandes mecánicamente.

También se construyen hornos oscilantes, que no llegan a girar sino solamente oscilar a un lado y a otro.

Los hornos rotativos se emplean para fundir toda clase de metales y aleaciones maleables como doré entre otros.

1.2. Moldes Utilizados en Planta

Una de las clasificaciones que se pueden distinguir en los procesos de moldeo está basado en el lugar en el que se fabrican:

- Moldeo en banco. Este tipo de moldeo es para trabajos pequeños y se fabrican en un banco que se encuentre a la mano del trabajador.

Figura 5 Moldeo en Banco

- Moldeo en piso. Para piezas grandes en las que su manejo es difícil y no pueden ser transportadas de un sitio a otro.

Figura 6 Moldeo en Piso

- Moldeo en fosa. Cuando las piezas son extremadamente grandes y para su alimentación es necesario hacer una fosa bajo el nivel medio del piso

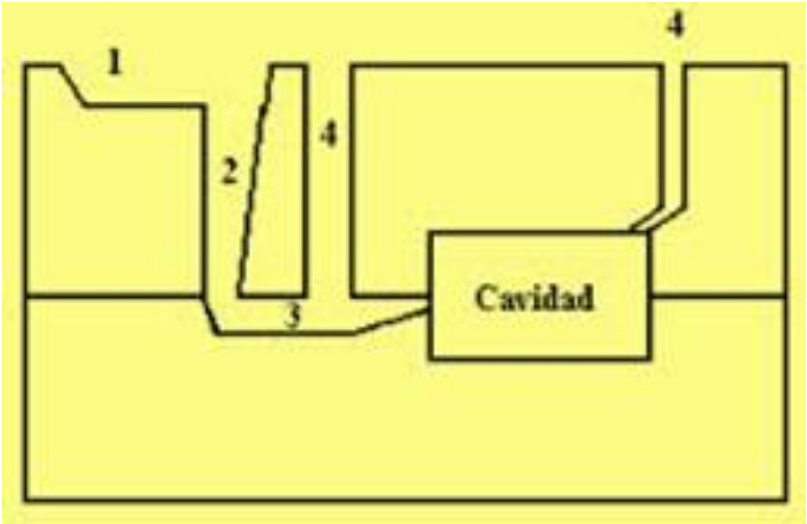


Figura 7 Moldeo en Fosa

1.3. Manipulación de moldes en el Horno

- **Procesos que utilizan moldes desechables**

Se producen usualmente con arena, yeso, cerámica y materiales similares que se mezclan con aglutinantes para mejorar sus propiedades. Soportan altas temperaturas y se rompe el molde para retirar la fundición cuando ésta se solidifica.

- Fundición en arena
- Molde de cáscara (caja de volteo)
- Molde de yeso
- Moldes cerámicos
- Modelo evaporativo
- Revestimiento

- **Procesos que utilizan moldes permanentes**

Se fabrican con metales que mantienen su resistencia a temperaturas elevadas. Se usan más de una vez, por lo que debe ser fácil retirar la fundición. Son mejores conductores de calor que los desechables, por lo que enfría más rápido.

Las características que poseen son:

- Materiales de alta resistencia a la erosión y fatiga térmica, como hierro fundido, acero, latón, grafito.
- Se producen pistones, cabezas para cilindros, bielas, discos para engranes de electrodomésticos y artículos de cocina.
- La cavidad y sistema de alimentación se maquinan en el molde
- Se recubren las superficies de los moldes con lodo refractario para aumentar la vida o se rocían con grafito.
- Los moldes se calientan entre 150°C y 200 °C para facilitar el flujo del metal
- Se utilizan medios especiales para enfriar el molde
- Altos costos de equipo
- Bajo costo de mano de obra

1.4. Procedimiento de Nivelación de moldes

Los líquidos toman la forma del recipiente que los contiene, y se nivelan en su superficie, (siguen la línea del horizonte) estas dos reglas básicas se deben tener en cuenta cuando se fabrica un molde, y cuando se instala en la rueda de moldeo.

Entonces para conseguir estas dos caras “paralelas”, en el ánodo moldeado, la parte inferior y la superior, (set de moldeo) deben estar perfectamente niveladas, para esto la nivelación del molde es particularmente importante.

En este tema se debe contar con moldes provenientes de matrices absolutamente planas, de manera que el molde tenga una buena geometría.

Durante la revisión de los moldes, y antes del moldeo se debe colocar un nivel en el molde de manera longitudinal y transversal al molde, el nivel indicará si está dentro del rango o no. Si hay algún desnivel se debe corregir.

Nivelación:

Esta operación es muy importante para obtener ánodos paralelos y sin pandeos, se hace en dos sentidos longitudinal y transversal.

Figura 8 Nivelación longitudinal

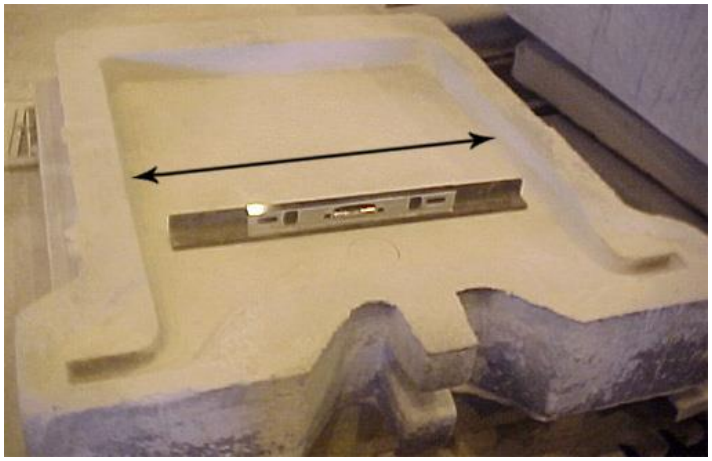


Figura 9 Nivelación Transversal

1.5. Posicionamiento de Moldes

- **Llenado de los moldes**

Antes de la colada la fundición debe ser limpiada de escoria. Las pérdidas de temperatura de la fundición durante el vaciado del horno, la transportación y el revestimiento de una cuchara a otras, si esto está previsto, deben ser tomadas en cuenta al determinar la temperatura de llenado de los moldes.

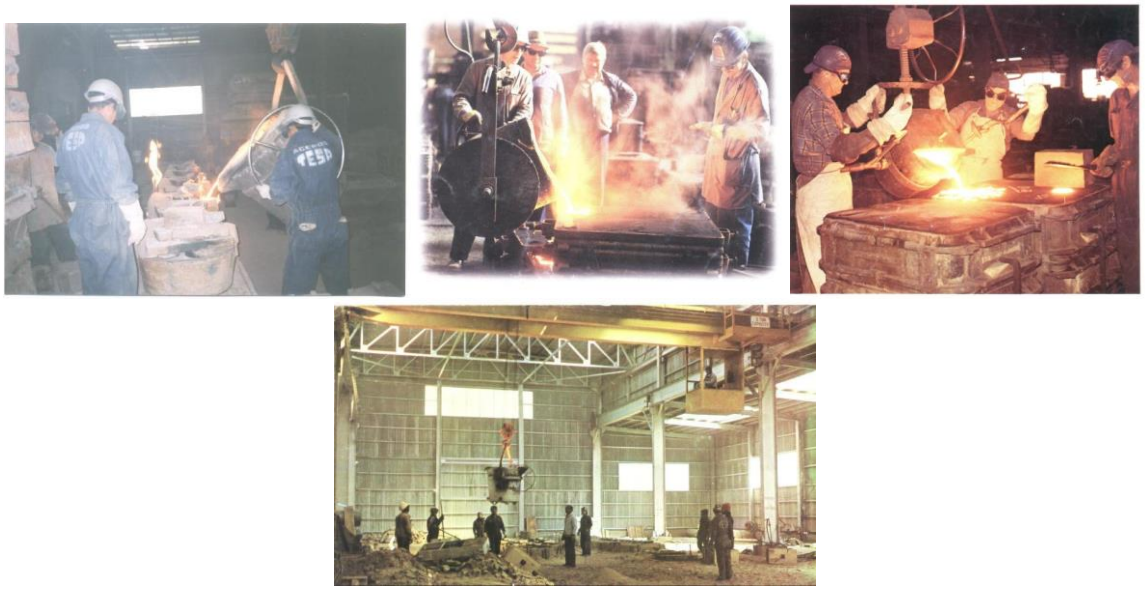


Figura 10 Traslado y vertido (llenado) de los moldes

Durante el llenado del molde el fundidor debe observar con atención el movimiento de la masa fundida de la cuchara al molde. En el momento inicial del llenado es necesario girar la cuchara suavemente sin sacudidas, no obstante, lo suficientemente rápido para llenar el sistema de bebederos. En lo sucesivo el fundidor debe girar la cuchara con tal velocidad, que el nivel de la masa fundida permanezca en lo posible constante. Se debe llevar la colada con especial atención en el momento de finalizar el llenado del molde; después de aparecer la masa fundida en el respiradero el fundidor debe reducir la velocidad de giro de la cuchara para que el metal no rebose del respiradero.

Al vaciar el metal en los moldes se deben observar estrictamente las medidas de seguridad:

- Las cucharas se deben llenar con metal no más de 7/8 de su altura (87 %).
- La cuchara con más de 500 Kg de capacidad debe estar dotado de un mecanismo para la inclinación y el giro con transmisión a tornillo sinfín y autofrenado; el mecanismo de giro debe estar protegido con una cubierta.

1.6. Estándares de nivelación y ubicación de moldes

Para el colado de los moldes se disponen, ya sea, que se trabaja con plataforma para moldeo o en caminos de rodillos en transportadores en movimiento, de moldes donde se vacía el metal fundido previo haber sido sometido a escoriación.

En el caso de usar Rueda de Moldeo el operador movilizara la rueda con la grúa horquilla, para ubicarla en el lugar de vertido de la colada. Cada molde estará ubicado en la mesa y recibirá el producto fundido.

En el caso de utilizar un transportador de rodillos, el operador deberá colocar previamente los moldes para verter la colada y pondrá en operación el sistema de transporte para posicionar cada vez un molde en la piquera del horno reverbero.

2. Regulación de pernos

2.1. Tipos de pernos de regulación de la cuchara en equipos de moldeo

Los tipos de pernos utilizados pertenecen a un mecanismo regulador de la inclinación, el cual usa un tornillo sinfín, que va cubierto para protegerlo de las condiciones del ambiente. En el caso de la colada de doré, la regulación se aplica directamente sobre el horno reverbero, el cual regula el basculado del horno que vierte la colada sobre el molde.

Para la elaboración y acabado de los moldes de fundición se utilizan herramientas muy diversas. Cuando las cucharas exceden una capacidad, estas deben estar dotadas de un mecanismo para la inclinación y el giro con transmisión a tornillo sinfín y auto-frenado; a su vez el mecanismo de giro debe estar protegido con una cubierta.

En dependencia de su destinación o uso pueden ser divididas en dos grupos.

Al **primer grupo** pertenecen las herramientas utilizadas para llenar las cajas de moldeo con la mezcla, compactación de la mezcla y ventilación del molde (Palas, cribas, pisones de mano y de aire comprimido, agujas para ventilación, etc.), como también para verificar la posición horizontal del modelo (Nivel o nivel de escuadra).

Al **segundo grupo** pertenecen las herramientas destinadas para extraer los modelos de los moldes y el acabado del molde: pinceles de cáñamo y cepillos, elevadores (De rosca, tornillo o ganchos, llamados también tirafondos), martillos, alisadores, ganchos con cuchilla de diversas dimensiones, lancetas, cucharas, patillas de diferentes perfiles.

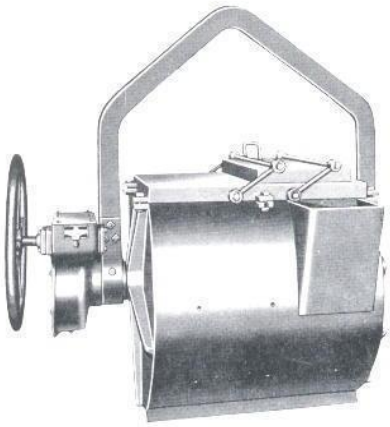
2.2. Procedimientos de regulación de la cuchara en equipos de moldeo

El procedimiento se realiza con un volante con un reductor y un tornillo sinfín, donde el operador avanzado de fundición, quien observa la colada, al momento de comenzar da la señal al operador base de fundición para que regule la basculado del horno y se corte el flujo para pasar al otro molde y en forma sucesiva hasta cubrir los moldes que tiene disponible durante la colada.

Por su estructura las cucharas pueden ser de pico, pico tetera, de tambor y cucharas de colada con descarga por el fondo.

Para la regulación, dependerá del tipo de volante que tenga la cuchara para realizar el movimiento controlado de la cuchara. Al accionar el volante, se debe restringir el movimiento con un perno que asegurará una posición fija de la cuchara.

Las cucharas de tambor, se emplean generalmente para la producción de molduras pequeñas y medianas de paredes delgadas (Cuando es importante conservar la temperatura del metal líquido) y para repartir el metal en cucharas pequeñas, de las cuales luego se llenan los moldes. La capacidad de las cucharas de tambor es de 250 – 500 Kg.



TYPE 592-ICCT—With Two-Piece Cover

Figura 11 Cuchara del Tipo Tambor

Las cucharas de pico, se emplean para el llenado de moldes, dispuestos en transportadoras. En este caso las cucharas se llenan con metal de cucharas grandes o del mismo horno.

TYPE 550-T—Timken Worm Geared Crane Ladle with Square or Structural Bail.

Figura 12 Cucharas del tipo pico en diferentes variedades y tamaños

Las cucharas tipo tetera, durante el proceso de colada, la escoria se atrapa mejor que en las cucharas de tambor y en las cucharas comunes de pico. Cada una utiliza un volante de regulación con un tornillo sinfín para la regulación de la inclinación.

2.3. Estándares de regulación de pernos utilizados en la preparación de equipos de moldeo.

Dentro de la definición de estándares de regulación, se establece dependiendo del tipo de cuchara y si el accionamiento de ella es en forma manual o utilizando monocarriles, teleféricos o grúas puente, lo que condicionará el movimiento en cada situación.

En las figuras a continuación se muestran los tipos de movimiento cuando se requiere utilizar monocarriles, grúas puente o en forma manual.

Figura 13 manipuleo mediante puente grúa y carril

Figura 14 Manipuleo de la cuchara en forma manual

2.4. Mecanismo de regulación de pernos de la cuchara en la preparación de equipos de moldeo

En los hornos reverberos, que basculan para escoriar y para el moldeo, la función de bascular se realiza mediante una regulación que puede ser de tipo mecánica, utilizando un tornillo sinfín o en forma neumática.

Las cucharas se secan y calientan con mecheros que funcionan con gas. Al preparar la cuchara para la fusión se realiza la preparación corriente del revestimiento: se eliminan de las paredes y el fondo de la cuchara los lodos (Grumos) de escoria y metal junto con la capa de revestimiento, después el revestimiento se restituye, se seca y se calienta. Durante la reparación general el revestimiento usado se retira de la cuchara por completo y se sustituye por uno nuevo. Antes de verter el metal el revestimiento de las cucharas se calientan hasta 500 – 600°C, y para la colada de los moldes que requieren elevadas temperaturas de la fundición, hasta 700 – 750°C. Enseguida después de calentarse las cucharas se llenan de la masa fundida.

Participantes deben familiarizarse con las diferentes tipos de filtros y métodos de operación, para optimizar la operación de estos ajustando las variables en el proceso cuando les corresponda operarlos.

Actividad N° 1

Manipulación de Mufla de laboratorio

Introducción a la actividad

La siguiente actividad consiste en manipular una mufla los elementos complementarios, a escala de laboratorio, tales como crisol, pinza para crisol, moldes y pinzas para manipular moldes y así reconocer la necesidad de nivelar los moldes que deberían recibir el producto en estado líquido, teniendo el cuidado de mantener el orden y limpieza del área.

Aprendizaje Esperado que Desarrolla

Verificar en terreno la nivelación y ubicación de moldes en el equipo de moldeo para la operación de regulación de pernos de la cuchara según estándares, procedimientos y normativas vigentes.

Estrategia Metodológica para el Instructor

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

Recurso Plataforma Web	
Recurso Audiovisual	
Formulación de Preguntas	•
Taller de Trabajo	•
Propuestas de Situaciones Problemáticas	•

Materiales y Recursos

- Guía impresa por participante
- 1 Equipo para fundir metales por cada cuatro personas
- 4 l de aceite
- 1 crisol por grupo
- 3 moldes por grupo
- 1 pinza para molde
- 1 pinza para crisol
- 1 bandeja metálica
- 1 Cronómetro
- 1 Papelógrafo

Desarrollo de la Actividad

Antes de comenzar el instructor comentará con los alumnos acerca de situaciones donde se realicen procesos de fundición y moldeo, y se pedirá que todos los participantes den un ejemplo acerca de esta operación como ejemplo la fundición de metales para hacer joyas.

El instructor aclarará que esta actividad será descriptiva para el trabajo a realizar y por lo tanto no se pondrán en operación los equipos, reemplazando el metal fundido por el aceite y se manipulará con las pinzas para cuchara vertiendo el aceite sobre los moldes, los cuales se manipularán con pinzas para moldes.

A continuación el instructor les explicará cómo deberán realizar la actividad y les entregara una guía escrita de la secuencia de pasos que deben seguir para llevarla a cabo y la leerá en conjunto con todos los participantes para que se aclaren dudas de lo que se debe hacer.

Elementos de protección personal obligatorios

Etapa	Desarrollo	Materiales y recursos
1. Inicio	Los participantes hacen un reconocimiento del trabajo a realizar e inspección del lugar de trabajo	Recorrido con el instructor.
2. Seguridad	Confección de "Hoja de control de Riesgos", donde cada grupo elabora documento donde reconoce los riesgos de la actividad y establecen la medidas de control para cada riesgo, siendo asistido por el instructor, y luego todos firman estar en conocimiento. Uso de elementos de protección personal.	1 Formato de Hoja de control de Riesgos por grupo.
3. Operación de mufla.	Con la mufla desconectada, se colocará aceite en el crisol y luego, haciendo uso de la pinza para crisol, se coloca en el interior y se cierra la mufla. Tomar el tiempo al iniciar el ejercicio.	1 Crisol 1 Pinza para crisol 1 Mufla 1 Cronómetro. Aceite
4. Preparación de moldes.	Se preparan los moldes, los que deben ser manipulados con la pinza para moldes y se dejan sobre en una bandeja metálica.	3 Moldes 1 Pinza para moldes
5. Abrir Mufla.	Se abre la mufla y con el crisol dentro se debe sacar utilizando la pinza para el crisol. Luego haciendo uso de la pinza se comienza a verter el aceite en los moldes manteniendo fija la ubicación de vertido y cambiando de posición los moldes. Cada molde que se ha llenado será	1 Crisol 1 Pinza para crisol 1 Mufla 3 Moldes 1 Pinza para moldes

	retirado y puesto el siguiente para continuar con el llenado, hasta terminar con los tres moldes. En todo momento evitar los derrames y mantener el área limpia y ordenada.	Aceite
6. Término	La actividad termina cuando se halla vaciado el aceite del crisol. Considerar que los moldes se deben mover evitando la caída del aceite, considerando que éste representa el metal fundido.	3 Moldes 1 Pinza para moldes 1 Probeta de 1l. 1 Pie de metro.
7. Fin de la filtración	Se detiene el cronómetro y se ordena y limpia el área de trabajo	Paños de limpieza. Papel de limpieza.

En la tercera etapa se entregarán los fundamentos teóricos a los participantes respecto del proceso de separación, destacando la importancia que revisten los resultados de operar en forma correcta los equipos.

Al aplicar el taller los participantes deberán trabajar en grupos de cuatro y se organizarán para que todos los integrantes hallan liderado la tarea obteniendo como resultado un buen trasvasije de líquido y sin derrames, manteniendo lugar de trabajo limpio y ordenado.

Los participantes deberán exponer las observaciones registradas a los demás integrantes de los otros grupos e intercambiar opiniones respecto al manejo y cuidados para nivelar y ubicar moldes y el crisol.

Cierre

Los participantes, en un ambiente controlado (uso de aceite a temperatura ambiente), habrán verificado lo que respecta a nivelación y ubicación de moldes y relacionado la regulación de la cuchara con el manejo del crisol con su pinza correspondiente.

3. Aplicación de desmoldante

3.1. Propiedades químicas del desmoldante para preparar equipos de moldeo

El tipo de desmoldante y la densidad que se use es casi una singularidad de cada Fundición. También influye notablemente el conocimiento que tengan de este tema los operarios de moldeo. La capacitación en este aspecto es fundamental, para gestionar ahorros de desmoldante, y bajar la impregnación del ánodo.

Hay muchas complejidades en el uso de desmoldantes con densidades altas. También se debe agregar que una alta densidad de desmoldante no necesariamente mejora la calidad del ánodo y que tampoco aumenta la vida útil de los moldes.

Rebajar costos tiene ventajas no solo económicas, otros aspectos no deseados que directamente acarrea la densidad, son el medio ambiente, fabricación extra de moldes, impregnación de los ánodos, rises, contaminación de la Refinería Electrolítica que origina cátodos rechazados, contaminación de barros anódicos, y por último lo más grave costos directos en exceso de desmoldantes.

También es muy importante saber que desmoldante se usa, si es con base de ceniza de hueso, sintético, o baritinas, 100% o con aditivos. Como pueden apreciar es un tema complejo y que tiene muchas aristas.

Los desmoldantes utilizados poseen todos los atributos del mejor desmoldante para ánodos, fácil aplicación, un amplio rango de temperatura de molde y de metal, no impregna el ánodo, protege eficazmente el molde, aumentando su durabilidad en un 30%, disminuye drásticamente el costo por tonelada moldeada, hay reportes de nuestros clientes que sitúan el consumo general en 0,600 gr/ton de metal moldeado, incluyendo el uso en seco de canales, cucharas, y fabricación de moldes.

Los rangos de densidad adecuados para este desmoldante son de

10° *Bé* =1.074 *g/ml*	12°*Bé* = 1.090 *g/ml.*

Las baritinas en general se sitúan entre los

17°*Bé* = 1.133 *g/ml*	34°*Bé* = 1.307 *g/ml*.

La experiencia nos dice que las cenizas de hueso no deben sobrepasar los 14°Bé y las baritinas 24°Bé.

Tabla de equivalencias entre grados Beaumé y g/ml							
°Bé	g/ml	°Bé	g/ml	°Bé	g/ml	°Bé	g/ml
0	0,9991	16	1,124	32	1,284	48	1,467
1	1,006	17	1,133	33	1,295	49	1,513
2	1,013	18	1142	34	1,307	50	1,529
3	1,020	19	1,151	35	1,319	51	1,545
4	1,028	20	1,160	36	1,331	52	1,562
5	1,035	21	1,169	37	1,334	53	1,579
6	1,042	22	1,179	38	1,356	54	1,597
7	1,050	23	1,189	39	1,369	55	1,615
8	1,058	24	1,199	40>	1,382	56	1,633
9	1,066	25	1,209	41	1,396	57	1,652
10	1,074	26	1,219	42	1,409	58	1,671
11	1,082	27	1,229	43	1,423	59	1,690
12	1,090	28	1,240	44	1,427	60	1,710
13	1,098	29	1,250	45	1,452	61	1,731
14	1,106	30	1,261	46	1,467	62	1,752
15	1,115	31	1,273	47	1,482	63	1,773

Tabla 1 Equivalencias entre grados beaume y g/ml

3.2. Procedimiento de aplicación de desmoldante para preparar equipos de moldeo

Secado de los moldes, los modelos se secan completamente o solo por la superficie. Para la mayoría de los moldes para molduras grandes, con el fin de reducir el proceso de secado, se utilizan solo el secado superficial. Se secan por completo los moldes al producir molduras muy importantes, como también los moldes pequeños, medianos y grandes para molduras complejas y de paredes delgadas. El secado superficial de los moldes a una profundidad de 10 mm y más se realiza por diversos procedimientos: utilizando pinturas que se queman basado en gasolina y alcohol; con mecheros de gas y keroseno.

Pintado y secado de machos, para evitar la creación de costra en la moldura la pintura es aplicada mediante diversos procedimientos: por inmersión, con pulverizador, con pincel, untando con una pasta especial. Al aplicar a la superficie del macho una capa espesa de pintura después del secado, esta puede agrietarse y desprenderse. Al pintar el macho con pintura líquida en la moldura puede aparecer costra. Por consiguiente, es menester controlar la viscosidad de la pintura.

3.3. Normas de aplicación del desmoldante

El desmoldante es un polvo fino de material inorgánico, insoluble en agua, que aplicado sobre el molde forma una capa o recubrimiento protector que impide que el metal líquido entre en contacto con la superficie del molde, facilitando la liberación del ánodo una vez que este ha solidificado. A este polvo desmoldante se le ha incorporado un paquete adicional de aditivos ligantes inorgánicos. La función de los aditivos es potenciar la adhesión de la película desmoldante en el molde, logrando una mayor protección de este y una menor impregnación del ánodo. El desmoldante posee una alta estabilidad térmica por lo que provee una aislación efectiva, otorga protección al molde y permite una adecuada liberación. Actúa además como lubricante, permitiendo un adecuado escurrimiento del metal líquido, aprovechando su fluidez, permitiendo obtener ánodos libres de rebabas, rugosidades, con una buena formación de orejas. Posee una buena adhesión al molde para protegerlo y para evitar la impregnación del ánodo. Sus características de conductividad térmica son tales que permiten una transmisión controlada de calor desde el ánodo al molde, logrando un enfriamiento parejo del ánodo. Es un producto inerte que no contiene compuestos orgánicos por lo que al recibir el metal líquido no hay posibilidad de formación de gases reductores que pudiesen provocar defectos en la superficie del ánodo.

3.4. Estándares utilizados en la empresa para preparar equipos de moldeo

La aplicación del desmoldante es muy importante, se ha diseñado un sistema de aplicación en dos pasadas sobre el molde, este aplicador está controlado por un PLC y distingue varias áreas del molde, el pistón levantador o Pin-Lift, los planos inclinados del molde, el sector de vertido de metal al molde, y las orejas.

Los moldes nuevos son los más complicados con este fenómeno, ya que el molde puede quedar inutilizado, y prácticamente imposible de reparar. El mecanismo por el cual se pega un molde es definido como una soldadura entre el molde y el metal vertido al molde. Esto quiere decir que no existe una interface que impida este fenómeno, o si estaba desapareció al momento del vertido del metal fundido.

Figura 15 Precalentamiento luego de Aplicar Desmoldante

Los moldes a temperatura ambiente recogen la humedad ambiental que se aloja en el micro poro del metal, luego cuando el metal es vertido al molde esta humedad se convierte rápidamente en vapor de alta temperatura, (sobresaturado) y revienta la liga de la pintura desmoldante, dejando el metal desnudo en ese sitio. El metal de vertido sobrecalienta rápidamente ese punto y produce una soldadura con el molde.

4. Moldeo en procesos de fundición

4.1. Tipos de moldes utilizados en la fundición

- **Procesos que utilizan moldes desechables**

Se producen usualmente con arena, yeso, cerámica y materiales similares que se mezclan con aglutinantes para mejorar sus propiedades. Soportan altas temperaturas y se rompe el molde para retirar la fundición cuando ésta se solidifica.

- **Procesos que utilizan moldes permanentes**

Se fabrican con metales que mantienen su resistencia a temperaturas elevadas. Se usan más de una vez, por lo que debe ser fácil retirar la fundición. Son mejores conductores de calor que los desechables, por lo que enfría más rápido.

4.2. Equipo de moldeo

- **Moldeo en cascada**

Este moldeo consiste en colocar moldes en forma escalonada, de tal manera que, cuando el horno se inclina para verter la colada, el material fundido caiga en el primer molde y por rebase alimente a los siguientes en forma secuencial, hasta llegar al último que correspondería a un cono de escoria, que por efecto de densidad, recibiría toda la escoria del proceso, y termina al caer la primera gota de metal en el cono de escoria.

- **Moldeo en plataforma**

Este moldeo consiste en colocar moldes en una plataforma a una altura definida y sobre los moldes vaciar la colada.

- **Rueda de moldeo**

Es utilizado en caso exclusivo de hornos basculantes

Es un equipo que tiene un sistema eléctrico y otro hidráulico.

El sistema eléctrico se utiliza para poner en servicio el motor y la botonera para hacer girar la rueda y alzar la mesa, hasta la altura de la piquera del horno reverbero.

Puesto en servicio el motor, el sistema hidráulico estará operando y se utilizará para subir o bajar la mesa de la rueda de moldeo según lo requiera la cantidad de colada contenida en el horno reverbero.

En la figura a continuación se presenta un esquema de la rueda de moldeo con sus componentes de sistema hidráulico y el panel de control

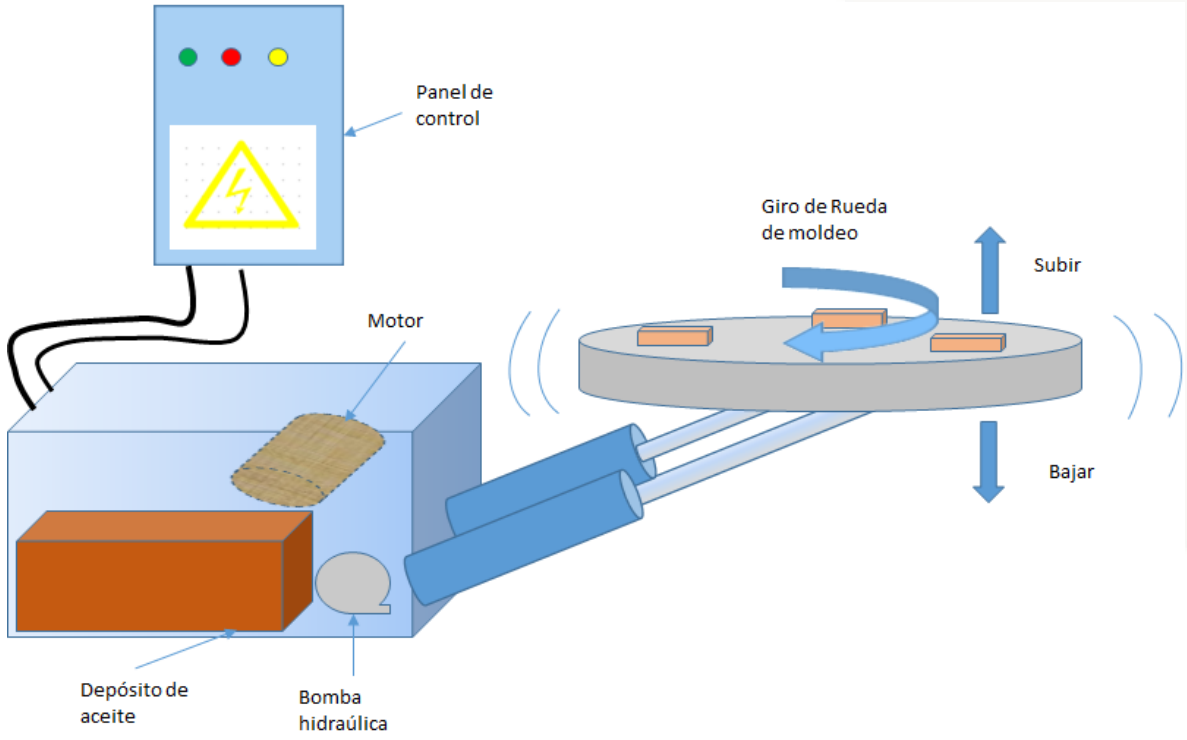


Figura 16 Esquema de la Rueda de Moldeo

4.3. Descripción de equipo de moldeo

El equipo de moldeo, que es la rueda de moldeo utilizada en la fundición está formado por las siguientes componentes principales:

Base donde se encuentran el motor eléctrico y la bomba hidráulica.

Sistema eléctrico, que energiza al equipo y pone en servicio el sistema de ascenso y descenso de la mesa.

Brazos hidráulicos que soportan la mesa.

Mesa que contiene los moldes.

Otra manera de moldear es en cascada, donde el horno reverbero al vascular deposita la colada en una serie de moldes colocados en escala, cada molde tiene un rebase, por donde fluye la colada hacia el molde siguiente que se encuentra más abajo y así sucesivamente hasta llegar a un cono que está en la parte inferior, que recibe la escoria generada en la fusión.

4.4. Componentes del equipo de moldeo

- **Componentes del equipo de moldeo.**

Base donde se encuentran el motor eléctrico y la bomba hidráulica.

Sistema eléctrico, que energiza al equipo y pone en servicio el sistema de ascenso y descenso de la mesa.

Brazos hidráulicos que soportan la mesa.

Mesa que contiene los moldes

Utensilios para el moldeo a mano

Para la elaboración y acabado de los moldes de fundición se utilizan herramientas muy diversas. En dependencia de su destinación o uso pueden ser divididas en dos grupos.

Al **primer grupo** pertenecen las herramientas utilizadas para llenar las cajas de moldeo con la mezcla, compactación de la mezcla y ventilación del molde (Palas, cribas, pisones de mano y de aire comprimido, agujas para ventilación, etc.), como también para verificar la posición horizontal del modelo (Nivel o nivel de escuadra).

Al **segundo grupo** pertenecen las herramientas destinadas para extraer los modelos de los moldes y el acabado del molde: pinceles de cáñamo y cepillos, elevadores (De rosca, tornillo o ganchos, llamados también tirafondos), martillos, alisadores, ganchos con cuchilla de diversas dimensiones, lancetas, cucharas, patillas de diferentes perfiles.

Cajas de moldeo

En la producción de molduras, los moldes generalmente son elaborados en cajas de moldeo a los marcos rígidos (Rectangulares, cuadrados, redondos, de forma) de fundición, acero, aleaciones de aluminio, que protege al molde de arena contra su destrucción tanto durante el armado, como en la transportación y la colada. Con más frecuencia las cajas de moldeo se fabrican de fundición y acero. Las más perfectas se consideran las cajas de moldeo de acero fundidas y soldadas, puesto que son más resistentes que las de fundición. El molde se obtiene generalmente de dos cajas de moldeo, la superior y la inferior. Las superficies de las cajas de moldeo en los planos de separación se acepillan, y en algunas ocasiones se rectifican para asegurar un asiento compacto de los semimoldes. Para el transporte y manipuleo de las cajas de moldeo, en ellas hay manijas, y en los grandes (De grúa) muñones. En las paredes de las cajas de moldeo se practican orificios de ventilación para la expulsión de los gases, creados durante la colada de las molduras. En las cajas grandes la mezcla de moldeo se mantiene con nervios – crucetas.

4.5. Procedimiento de manipulación del equipo de moldeo

El equipo de moldeo debe ser revisado previo a su uso, es decir, se deben revisar que estén funcionando los sistema eléctrico, sistema hidráulico que aplica sobre los sistemas de alzamiento y descenso de la mesa y el sistema de rotación de la mesa.

El equipo se posiciona a un costado del horno reverbero y es desplazado a un costado del horno mediante el uso de la grúa horquilla, quedando en condiciones de recibir la colada luego del término del proceso de escoriado, utilizando existe un procedimiento operacional para el manejo de la rueda de moldeo que determina los movimientos de desplazamiento del equipo y de subida/bajada de la mesa.

Actividad N° 2

Fundición de Cera con Mufla a escala de laboratorio
Introducción a la actividad.

La siguiente actividad consiste en fundir cera en una mufla a escala de laboratorio, y utilizar todos los elementos requeridos para fundir cera, tales como crisol, pinza para crisol, moldes y pinzas para manipular moldes en un proceso real de fundición de metales bajo un ambiente controlado.

Aprendizaje Esperado que Desarrolla

Describir manipulación del equipo de moldeo previa aplicación de desmoldante para ser utilizado en fundición, de acuerdo con estándares, procedimientos y normativas vigentes.

Estrategia Metodológica para el Instructor

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

Recurso Plataforma Web	
Recurso Audiovisual	
Formulación de Preguntas	✓
Taller de Trabajo	✓
Propuestas de Situaciones Problemáticas	✓

Materiales y Recursos

- Guía impresa por participante
- 1 Equipo para fundir metales por cada cuatro personas
- 4 K de cera
- 1 crisol por grupo
- 3 moldes por grupo
- 1 pinza para molde
- 1 pinza para crisol
- 1 bandeja metálica
- 1 Soplete
- 1 Cronómetro
- 1 Papelografo

Desarrollo de la Actividad

Antes de comenzar el instructor comentará con los alumnos acerca de situaciones donde se realicen procesos de fundición y moldeo, y se pedirá que todos los participantes den un ejemplo acerca de esta operación como ejemplo la fundición de metales para hacer joyas.

El instructor aclarará que en esta actividad, se operarán en forma real la mufla y la cera, se fundirán en el equipo, entonces se debe tener presente el manejo de elementos de protección personal y tener en cuenta los procedimientos de seguridad definidos en el documento de análisis de riesgos. Considerando que se utilizarán las pinzas para cuchara, vertiendo el aceite sobre los moldes, los cuales se manipularán con pinzas para moldes.

A continuación el instructor les explicará cómo deberán realizar la actividad y les entregara una guía escrita de la secuencia de pasos que deben seguir para llevarla a cabo y la leerá en conjunto con todos los participantes para que se aclaren dudas de lo que se debe hacer.

Elementos de protección personal obligatorios

Etapa	Desarrollo	Materiales y recursos
1. Inicio	Los participantes hacen un reconocimiento del trabajo a realizar e inspección del lugar de trabajo	Recorrido con el instructor.
2. Seguridad	Confección de "Hoja de control de Riesgos", donde cada grupo elabora documento donde reconoce los riesgos de la actividad y establecen la medidas de control para cada riesgo, siendo asistido por el instructor, y luego todos firman estar en conocimiento. Uso de elementos de protección personal.	1 Formato de Hoja de control de Riesgos por grupo.
3. Operación de mufla.	Con la mufla desconectada, se colocará metal en el crisol y luego, haciendo uso de la pinza para crisol, se coloca en el interior y se cierra la mufla y se enciende para comenzar con la fundición de la cera. Tomar el tiempo al iniciar el ejercicio.	1 Crisol 1 Pinza para crisol 1 Mufla 1 Cronómetro. 4 k Cera
4. Preparación de moldes.	Se preparan los moldes, los que deben ser precalentado con el soplete, por lo que los moldes serán manipulados con la pinza para moldes y se deben colocar sobre en una bandeja metálica. Se les aplicará desmoldante para dejarlos listos para recibir el metal fundido.	3 Moldes 1 Pinza para moldes 1 Soplete 1 k desmoldante
5. Abrir Mufla.	Habiendo fundido la cera contenida en el crisol, se abre la mufla y se debe sacar el crisol utilizando la pinza para el crisol. Luego haciendo uso de la pinza se comienza a verter la cera fundida en los moldes manteniendo fija la	1 Crisol 1 Pinza para crisol 1 Mufla

	ubicación de vertido y cambiando de posición los moldes. Cada molde lleno con cera fundida será retirado y puesto el siguiente en la misma posición del anterior, para continuar con el llenado, hasta terminar con los tres moldes. En todo momento evitar los derrames y mantener el área limpia y ordenada.	3 Moldes 1 Pinza para moldes
6. Término de moldeo	La actividad termina cuando se haya vaciado la cera fundida del crisol. Considerar que los moldes se deben mover evitando la caída de la cera fundida.	3 Moldes 1 Pinza para moldes 1 Bandeja
7. Termino por enfriamiento	Se espera a que las barras de cera producida se enfríen, para luego sacarlas del molde y posteriormente, cuando estén en condiciones de ser manejadas con guantes de cabritilla y se hace una revisión visual y de toman medidas con vernier, para revisar si son comparables	3 Moldes 1 Pinza para molde 1 Vernier
8. Fin de la filtración	Se detiene el cronómetro y se ordena y limpia el área de trabajo	Paños de limpieza. Papel de limpieza.

En la tercera etapa se entregarán los fundamentos teóricos a los participantes respecto del proceso de fundición, destacando la importancia que revisten los resultados de operar en forma correcta los equipos.

Al aplicar el taller los participantes deberán trabajar en grupos de cuatro y se organizarán para que todos los integrantes hallan liderado la tarea obteniendo como resultado un buen trasvasije de metal fundido, evitando derrames, manteniendo lugar de trabajo limpio y ordenado.

Los participantes deberán exponer las observaciones registradas a los demás integrantes de los otros grupos e intercambiar opiniones respecto al manejo y cuidados para nivelar y utilizar desmoldante en el proceso de fundición y formación de barras.

Cierre

Los participantes, en un ambiente controlado, habrán verificado el vaciado de la colada, nivelación de moldes y aplicación de desmoldante hasta obtener un producto adecuado.

5. Acopio de conos

5.1. Formas de acopio de conos en patio de retiro

Según la figura que presenta la distribución de equipos y áreas de trabajo, los conos son acopiados para enfriamiento y recuperación del metal doré en un lugar definido. Para retirar los conos se utiliza el carro para traslado de conos, como el presentado en la figura siguiente:

Figura 17 Carro porta escoria

En la operación de escoriado los operadores se encuentran con su equipo de protección adecuado a la actividad que realizan y tienen un depósito de escoria en espera y el otro en el carro porta cono para la movilización:

Figura 18 Carro porta cono de escoria y conos de escoria en espera

5.2. Procedimiento de ubicación de conos de escoria para tareas de retiro de metales

Los conos de escoria, luego de una revisión del operador, son depositados en los Bins de almacenamiento, y que serán retirados finalmente del área de refinería, con dirección a la planta de chancado para el reproceso al interior de la planta.

En la figura siguiente se describe la trayectoria de los conos y de la grúa horquilla que traslada la escoria generada.

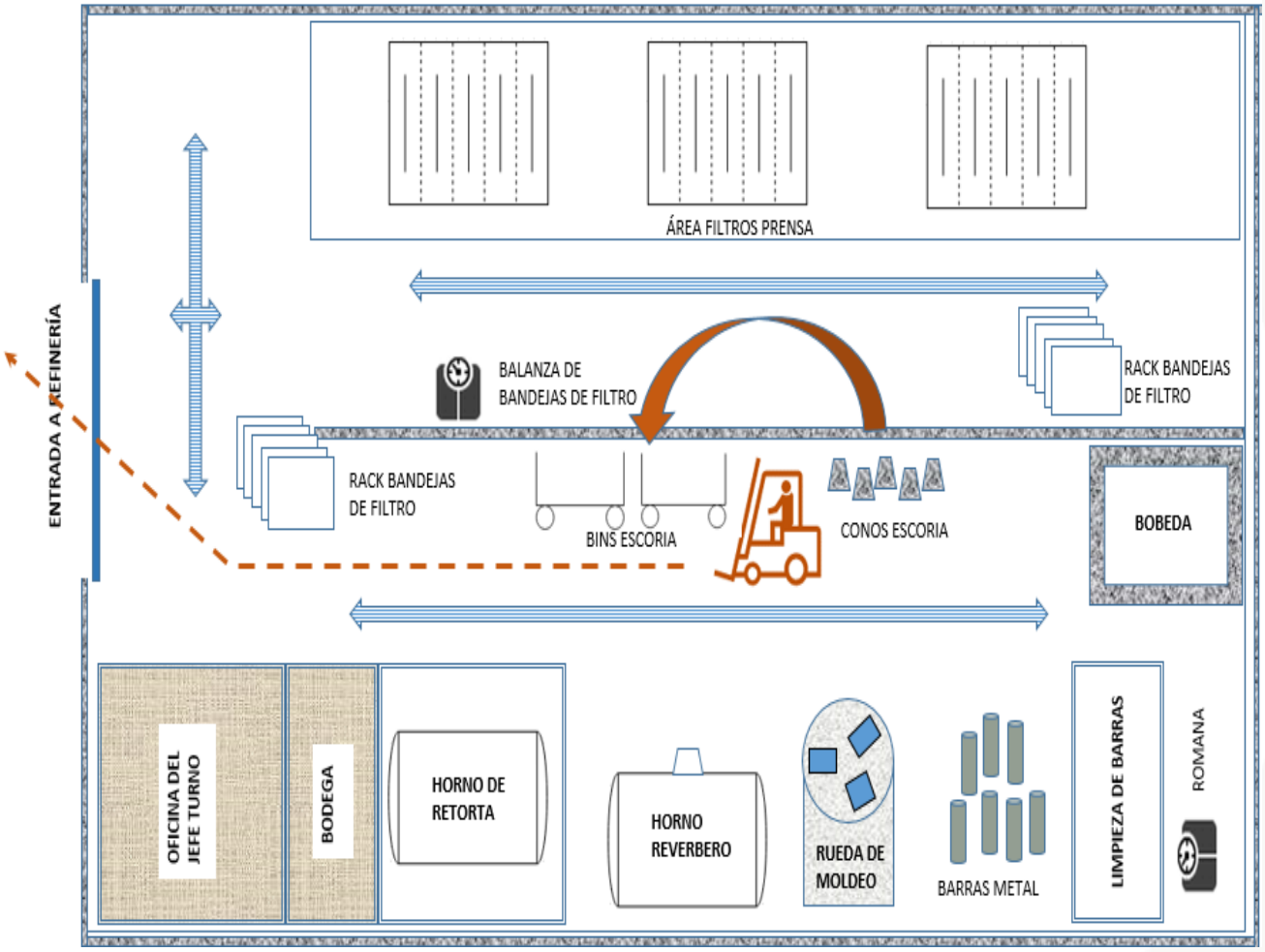


Figura 19 Trayectoria de movimiento de

6. Tipos de barras obtenidas en planta.

El contenido de Oro y Plata que contiene el producto final, es un parámetro importante de control, y es uno de los principales objetivos del estudio de optimización, pues permite determinar si las impurezas contenidas en el precipitado han sido eficientemente removidas en las escorias.

6.1. Estándares utilizados en la clasificación de metal doré.

La figura representa las variaciones en el contenido metálico del Doré. Se puede ver, que ha mejorado la calidad de las barras pasando de un contenido promedio de Au-Ag de 98% hasta 99%.

Figura 20 Variaciones en el contenido metálico del doré

6.2. Tipos de limpiadoras de barra.

Las limpiadoras de barras son diversos tipos y capacidades, están constituidas por un canastillo que está dentro de una cámara cerrada, la que se pone en movimiento e internamente se le disparan balines de acero con el fin de limpiar todos los cuerpos extraños que no son parte del producto.

Algunos tipos de limpiadoras de barras se muestran a continuación en las figuras:

Se presenta una limpiadora de menor capacidad con un gabinete de una puerta y con un canasto de diámetro de 24” y longitud de 24”.

Figura 21 Limpiadora con canasto de 24”x24”

Otro modelo más utilizado es el equipo que tiene un gabinete con doble puerta y contiene un canasto de mayor dimensión, con un diámetro de 30” y una longitud de 68”, lo que permite tratar mayor cantidad de barras por carga.

En la figura siguiente se muestran algunas vistas del equipo:

Figura 22 Limpiadora de barras con canasto de 30”x68”

6.3. Procedimiento de retiro de metal doré.

El metal doré es muestreado durante la colada, después es vertido al molde y cuando ha disminuido la temperatura se retira del molde y luego se deja en el sector de acopio para enfriamiento, posteriormente se realizan las inspecciones visuales, y las mediciones.

6.4. Procedimiento de conducción de barras hacia la limpiadora de barra.

Las barras enfriadas son enviadas a la limpiadora de barra donde se retiran todos los restos de materiales incrustados que no se quitan en forma manual y posteriormente se rotulan y almacenan juntas las que corresponden a la misma colada.

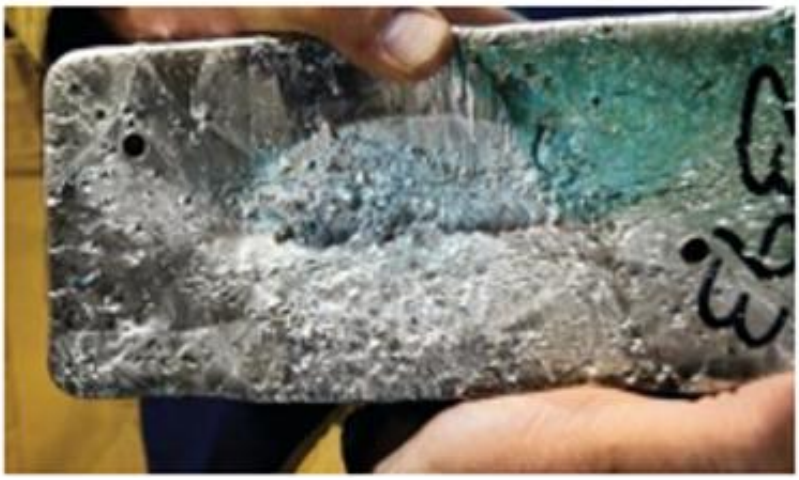


Figura 23 Barra de metal doré obtenida

La caracterización será completada cuando dispongan de los análisis metalúrgico, químicos, físicos complementarios.

6.5. Estándares de traslado de barras en el área planta.

El metal doré es retirado del área de trabajo, previa inspección y análisis y es trasladado a la bóveda de almacenamiento, donde se deja clasificado con rotulo asociado a la colada de la campaña de producción y a las características entregadas por el especialista de análisis.

Actividad N° 3

Selección de Conos de Escoria y Barras de Metal
Introducción a la actividad.

La siguiente actividad consiste en seleccionar distintos tipos de metal producido en una fundición, partiendo de precipitado que será fundido en una mufla a escala de laboratorio, y se utilizaran todos los elementos requeridos para fundir metal, tales como crisol, pinza para crisol, moldes y pinzas para manipular moldes en un proceso real de fundición de metales bajo un ambiente controlado.

Aprendizaje Esperado que Desarrolla

Reconocer tareas de posicionamiento de conos de escoria para recuperación y barras de metal para almacenamiento, de acuerdo a estándares y normativa vigente.

Estrategia Metodológica para el Instructor

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

Recurso Plataforma Web	
Recurso Audiovisual	
Formulación de Preguntas	✓
Taller de Trabajo	✓
Propuestas de Situaciones Problemáticas	✓

Materiales y Recursos

- Guía impresa por participante
- 1 Equipo para fundir metales por cada cuatro personas
- 15 K de precipitado
- 200 g de desmoldante
- 10 k de sílice
- 1 crisol por grupo
- 3 moldes por grupo
- 3 Depósitos escoriadores
- 1 Rastrillo para escoriar
- 1 pinza para molde
- 1 pinza para crisol
- 1 bandeja metálica
- 1 Soplete
- 1 Cronómetro
- 1 Papelógrafo

Desarrollo de la Actividad

Antes de comenzar el instructor comentará con los alumnos acerca de situaciones donde se realicen procesos de fundición y se separan los residuos del metal de interés, y se pedirá que todos los participantes den un ejemplo acerca de esta operación como ejemplo la fundición de plomo contaminado con residuos sólidos.

El instructor aclarará que en esta actividad, se operarán en forma real la mufla y el concentrado utilizado se fundirán en el equipo, entonces se deben tener presente el manejo de elementos de protección y los procedimientos de seguridad definidos en el documento de análisis de riesgos, además tener presente el uso de las pinzas para cuchara (crisol) vertiendo la escoria en depósitos de escoria, los cuales se manipularán, al igual que los moldes, con pinzas para moldes y.

A continuación el instructor les explicará cómo deberán realizar la actividad y les entregará una guía escrita de la secuencia de pasos que deben seguir para llevarla a cabo y la leerá en conjunto con todos los participantes para que se aclaren dudas de lo que se debe hacer.

Elementos de protección personal obligatorios

Etapa	Desarrollo	Materiales y recursos
1. Inicio	Los participantes hacen un reconocimiento del trabajo a realizar e inspección del lugar de trabajo	Recorrido con el instructor.
2. Seguridad	Confección de "Hoja de control de Riesgos", donde cada grupo elabora documento donde reconoce los riesgos de la actividad y establecen la medidas de control para cada riesgo, siendo asistido por el instructor, y luego todos firman estar en conocimiento. Uso de elementos de protección personal.	1 Formato de Hoja de control de Riesgos por grupo.
3. Operación de mufla.	Con la mufla desconectada, se colocará precipitado en el crisol y luego, haciendo uso de la pinza para crisol, se coloca en el interior y se cierra la mufla y se enciende para comenzar con la fundición del metal. Tomar el tiempo al iniciar el ejercicio.	1 Crisol 1 Pinza para crisol 1 Mufla 1 Cronómetro. 4 k Metal 5 k de precipitado

4. Preparación de moldes.	Se preparan los moldes, los que deben ser precalentado con el soplete, por lo que los moldes serán manipulados con la pinza para moldes y se deben colocar sobre en una bandeja metálica. Se les aplicará desmoldante para dejarlos listos para recibir el metal fundido.	3 Moldes 3 Depósitos de escoria 1 Pinza para moldes 1 Soplete 1 k desmoldante
5. Fundición con Mufla.	Habiendo fundido el concentrado contenido en el crisol, se abre la mufla y se debe sacar el crisol utilizando la pinza para el crisol. Luego haciendo uso del rastrillo escoriador, se debe remover la escoria generada y se debe verter en el depósito de escoria, luego agregar sílice para favorecer la generación de escoria y más tarde volver a escoriar, lo que reducirá la cantidad de escoria en forma significativa, luego se espera y nuevamente se vuelve a tomar con pinza el crisol y se comienza a verter el metal fundido en los moldes manteniendo fija la ubicación de vertido y cambiando de posición los moldes. Cada molde lleno con metal fundido será retirado y puesto el siguiente en la misma posición del anterior, para continuar con el llenado, hasta terminar con los tres moldes o con la colada contenida en el crisol. Es importante mantener una posición de vertido para evitar el derrame del metal fundido. Posteriormente se debe dejar el área limpia y ordenada. Se debe desconectar la mufla luego de	1 Crisol 1 Pinza para crisol 1 Mufla 3 Moldes 1 rastrillo escoriador 3 Depósitos de escoria 1 Pinza para moldes

	acabado el producto.	
6. Separación de productos de la fundición	La escoria acumulada en los depósitos de escoria se retira de los depósitos. Así mismo el metal fundido se separa de los moldes y se colocan ambos en la misma bandeja para comparar el tipo de producto obtenido.	3 Moldes 1 Pinza para moldes 1 Bandeja
7. Termino por enfriamiento	Se espera que ambos productos obtenidos se enfríen, para luego manipularlas con guantes de cabritilla y se hace una revisión visual y se comparan de toman medidas con vernier, para revisar si son comparables	3 Moldes 1 Pinza para molde 1 Vernier
8. Fin de la filtración	Se detiene el cronómetro y se ordena y limpia el área de trabajo. Los participantes deberán colocar las observaciones realizadas de la escoria y del metal y comparar los resultados con los demás grupos.	1 Cronómetro Paños de limpieza. Papel de limpieza.

En la tercera etapa se entregarán los fundamentos teóricos a los participantes respecto del proceso de fundición, destacando la importancia que revisten los resultados al comparar los tipos de productos obtenidos y la necesidad de separarlos, por ser distintos en cuanto a calidad.

Al aplicar el taller los participantes deberán trabajar en grupos de cuatro y se organizarán para que todos los integrantes hallan liderado la tarea obteniendo como resultado un buen trasvasije de metal fundido, evitando derrames, manteniendo lugar de trabajo limpio y ordenado.

Los participantes deberán exponer las observaciones registradas a los demás integrantes de los otros grupos e intercambiar opiniones respecto al manejo y cuidados para separar la escoria de metal obtenido como producto.

Cierre

Los participantes, en un ambiente controlado, habrán reconocido la importancia de separar los tipos de productos, siendo uno residuo y el otro producto de interés.

7. Operación de válvulas de regulación de duchas de refrigeración.

7.1. Tipos de válvulas utilizados para la refrigeración.

Las válvulas utilizadas para los sistemas de refrigeración son las de mariposa con reductor y la de diafragma, como las mostradas en la figura siguiente

Figura 24 Válvula de mariposa con reductor y válvula de diafragma

7.2. Regulación de válvulas para la refrigeración

Las válvulas se utilizan para alimentar con agua las duchas de refrigeración de moldes, que hacen llegar el agua por la parte superior y también por la parte inferior, dependiendo de cómo se requiera enfriar, lo que permite un enfriamiento a los moldes para su posterior reutilización.

7.3. Procedimientos de manejo de herramientas para manipular válvulas

La herramienta utilizada por para manipular válvulas es una grifa, lo que permite al operador manipular prontamente y sin realizar sobreesfuerzo.

Figura 25 Uso de la Grifa para accionar las válvulas

Actividad N° 4

Regulación de Flujo de Agua manipulando Válvulas y Herramientas

Introducción a la actividad.

La siguiente actividad consiste en manipular válvulas utilizadas para regular el agua de refrigeración de moldes, la que puede ser con acción directa del operador en la válvula o indirecta utilizando herramientas para el accionamiento.

Se trabajará en un taller que tenga un sistema de redes conectados a una matriz principal de agua y que podrán manipular válvulas de mariposa, diafragma en forma manual directamente o utilizando una grifa como herramienta de trabajo, donde en la salida de cada flujo regulado podrán hacer una medición de flujo y regular altos y bajos flujos de agua.

Aprendizaje Esperado que Desarrolla

Describir operación de válvulas y herramienta para enfriamiento de moldes.

Estrategia Metodológica para el Instructor

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

Recurso Plataforma Web	
Recurso Audiovisual	
Formulación de Preguntas	✓
Taller de Trabajo	✓
Propuestas de Situaciones Problemáticas	✓

Materiales y Recursos

- Guía impresa por participante
- Sistema de red de agua con válvulas de mariposa, válvulas de diafragma y otras.
- Grifa

Desarrollo de la Actividad

Antes de comenzar el instructor comentará con los alumnos acerca de situaciones donde se realicen acciones para regulación de, y se pedirá que todos los participantes den un ejemplo acerca de esta operación como ejemplo la regulación de válvula de la ducha.

El instructor aclarará que en esta actividad la realizará cada participante en forma individual, en un sistema de red de agua potable, con estanques y bombas, donde se les pedirá que operen válvulas en forma directa e indirecta, es decir, accionaran con sus manos y utilizando herramientas de manera que abran y cierren válvulas de distintos tipos, regulen flujo y observaran como son los flujos en un sistemas de duchas implementado.

A continuación el instructor les explicará cómo deberán realizar la actividad y les entregará una guía escrita de la secuencia de pasos que deben seguir para llevarla a cabo y la leerá en conjunto con todos los participantes para que se aclaren dudas de lo que se debe hacer.

Elementos de protección personal obligatorios

Etapa	Desarrollo	Materiales y recursos
1. Inicio	Los participantes hacen un reconocimiento del trabajo a realizar e inspección del lugar de trabajo	Recorrido con el instructor.
2. Seguridad	Confección de "Hoja de control de Riesgos", donde cada participante reconocerá los riesgos de la actividad y establecerá la medidas de control para cada riesgo detectado. Cada participante será asistido por el instructor.	1 Formato de Hoja de control de Riesgos por grupo.
3. Operación de red de válvulas.	El participante ingresa al área y en la guía práctica tendrá las actividades a realizar, que comprenden: Accionamiento directo: abrir válvula de mariposa, válvula de diafragma, válvula de bola. Regular flujo máximo y mínimo de una corriente. Regular flujo a un caudal determinado. Accionamiento indirecto: abrir válvula de mariposa, válvula de diafragma, válvula de bola. Regular flujo máximo y mínimo de una corriente. Regular flujo a un caudal determinado. Tomar el tiempo al iniciar el ejercicio.	Equipo de protección personal. 1 Guía. 1 Grifa.
4. Participantes.	Cada participante ingresará al sistema de red en forma individual, para ejecutar la manipulación de válvulas, siguiendo la información de la guías	Equipo de protección personal. 1 Guía. 1 Grifa.
8. Fin de la actividad.	La actividad termina cuando cada participante ha pasado por el sistema de redes y ha completado la guía entregada por el instructor. Registrar tiempo de fin del ejercicio.	1 Cronómetro Paños de limpieza. Papel de limpieza.

Al aplicar el taller los participantes deberán trabajar en grupos de cuatro y se organizarán para que todos los integrantes hallan liderado la tarea obteniendo como resultado un buen trasvasije de metal fundido, evitando derrames, manteniendo lugar de trabajo limpio y ordenado.

Los participantes obtendrán en el trabajo práctico la retroalimentación inmediata de parte del instructor acerca de la manipulación de los tipos de válvulas.

Cierre

Los participantes, en un ambiente controlado, serán capaces de describir la operación de válvulas y herramientas para enfriamiento de moldes.

8. Calidad estructural del metal doré.

Hay numerosas contingencias que causan dificultades en una operación de fundición y originan defectos de calidad en el producto. En esta sección recopilamos una lista de defectos comunes que ocurren en la fundición e indicamos los procedimientos de inspección para detectarlos.

8.1. Estándar de calidad estructural del metal doré

Defectos de la fundición: Existen defectos comunes en todos los procesos de fundición. Estos defectos se ilustran en la figura siguiente y se describen brevemente a continuación:

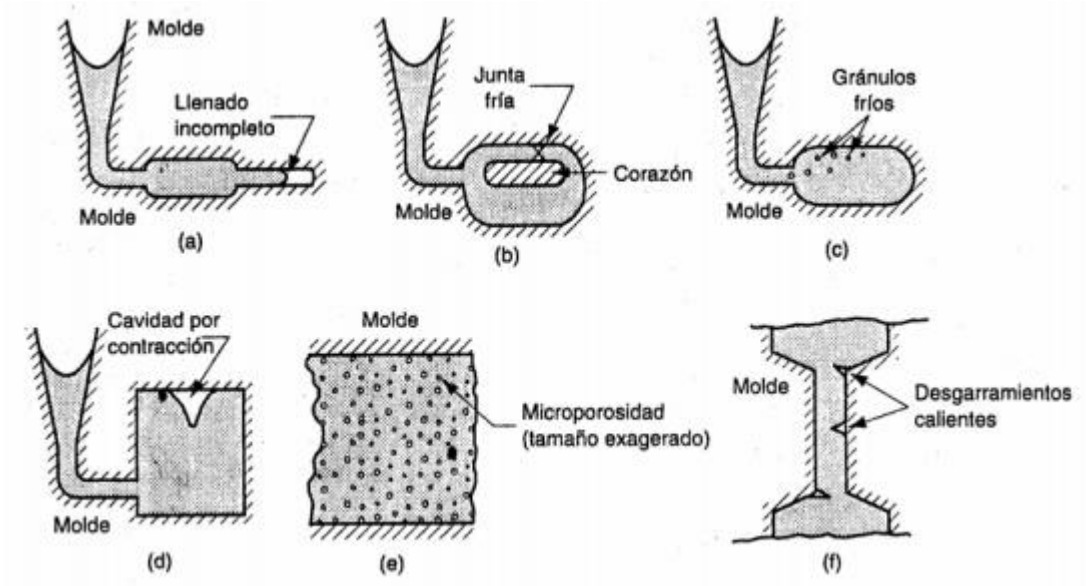


Figura 26 Defectos comunes en las fundiciones: (a) Llenado incompleto, (b) Junta Fría, (c) Gránulos fríos, (d) Cavidad por contracción, (e) Microporosidad, (f) Desgarramientos calientes

a) Llenado incompleto. Este defecto aparece en una fundición que solidificó antes de completar el llenado de la cavidad del molde. Las causales típicas incluyen: 1) fluidez insuficiente del metal fundido, 2) muy baja temperatura de vaciado, 3) vaciado que se realiza muy lentamente y/o 4) sección transversal de la cavidad del molde muy delgada.

b) Junta fría. Una junta fría aparece cuando dos porciones del metal fluyen al mismo tiempo, pero hay una falta de fusión entre ellas debido a solidificación o enfriamiento prematuro. Sus causas son similares a las del llenado incompleto.

c) Metal granoso o gránulos fríos. Las salpicaduras durante el vaciado hacen que se formen glóbulos de metal que quedan atrapados en la fundición. Un buen diseño del sistema y de los procedimientos de vaciado que eviten las salpicaduras puede prevenir este defecto.

d) Cavidad por contracción. Este defecto es una depresión de la superficie o un hueco interno en la fundición debido a la contracción por solidificación que restringe la cantidad de metal fundido disponible en la última región que solidifica. Ocurre frecuentemente cerca de la parte superior de la fundición, en cuyo caso se llama rechupe (figura 2.7). El problema se puede resolver frecuentemente por un diseño apropiado de la mazarota.

e) Microporosidad. Se refiere a una red de pequeños huecos distribuida a través de la fundición debida a la contracción por solidificación del último metal fundido en la estructura dendrítica El defecto se asocia generalmente con las aleaciones, debido a la forma prolongada, en que ocurre la solidificación en estos metales.

f) Desgarramiento caliente. Este defecto, también llamado agrietamiento caliente, ocurre cuando un molde, que no cede durante las etapas finales de la solidificación o en las etapas primeras de enfriamiento, restringe la contracción de la fundición después de la solidificación. Este defecto se manifiesta como una separación del metal (de aquí el término desgarramiento o agrietamiento) en un punto donde existe una alta concentración de esfuerzos, causado por la indisponibilidad del metal para contraerse naturalmente. En la fundición en arena y otros procesos con molde desechable o consumible, esto se previene arreglando el molde para hacerlo retráctil. En los procesos de molde permanente se reduce el desgarramiento en caliente, al separar la fundición del molde inmediatamente después de la solidificación**.**

8.2. Pauta de inspección de calidad del metal

Dentro de los métodos de inspección. Los procedimientos de inspección en la fundición incluyen:

1) inspección visual para detectar defectos obvios como llenado incompleto, cortes fríos y grietas severas en la superficie, porosidad, presencia de cuerpos extraños.
2) medida de las dimensiones para asegurarse que están dentro de las tolerancias
3) pruebas metalúrgicas, químicas, físicas y otras relacionadas con la calidad inherente del metal fundido. Las pruebas de la categoría 3 incluyen
    a) pruebas de presión para localizar fugas en la fundición
    b) métodos radiográficos, pruebas de partículas magnéticas, uso de líquidos penetrantes fluorescentes y pruebas supersónicas para detectar defectos superficiales o internos en la fundición
    c) ensayos mecánicos para determinar propiedades, tales como la resistencia a la tensión y dureza.

Si se descubren defectos, pero éstos no son serios, muchas veces es posible salvar la fundición por soldadura, esmerilado y otros métodos de recuperación que se hayan convenido con el cliente.

8.3. Instrumentos de medición utilizados en planta para la inspección de calidad.

Para las inspecciones visuales en los puntos 1 y 2 de ítem anterior se requiere un vernier y/o flexómetro y lentes estereoscópicos.

Figura 27

Para las inspecciones que consideran pruebas metalúrgicas, los análisis pueden ser diversos, según el requerimiento del cliente. Algunos de ellos son:

- Análisis químico de pureza, ley de oro y plata que se hace en el momento de iniciar la colada, muestreando con capsulas al vacío, obteniendo un prill que será enviado al laboratorio de análisis.

- Equipo de ultrasonido

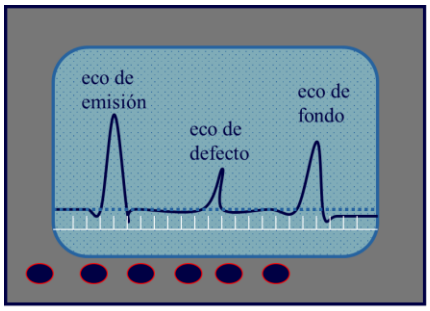


Figura 28

- Equipo de rayos X y rayos γ

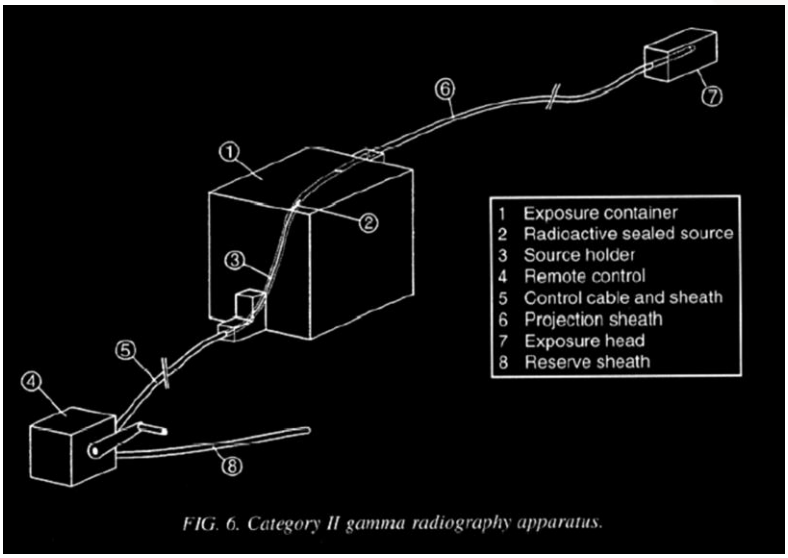


FIG. 6. Category II gamma radiography apparatus.

Figura 29

- Tintas penetrantes

Figura 30

- Partículas magnéticas

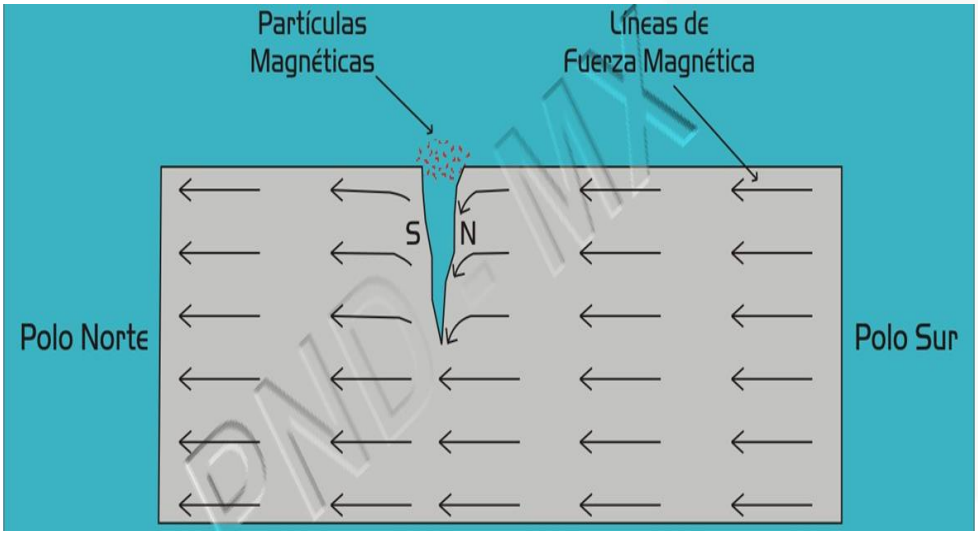


Figura 31

8.4. Procedimiento de inspección de calidad estructural del metal

Para la inspección visual se debe utilizar lentes estereoscópicos, un microscopio acompañado de instrumentos de medida.

Para realizar pruebas metalúrgicas, químicas, físicas y otras como tintas penetrantes, se requiere un especialista, para el manejo de equipos e interpretación de la información generada.

8.5. Estándares de calidad estructural del metal.

El contenido de Oro y Plata que contiene el producto final, es un parámetro importante de control, y es uno de los principales objetivos del estudio de optimización, pues permite determinar si las impurezas contenidas en el precipitado han sido eficientemente removidas en las escorias.

9. Calibración de instrumentos.

Para la calibración de instrumentos, los operadores del área deberán informar a la supervisión para solicitar personal especializado que realice la revisión de los instrumentos.

Los operadores solo harán revisiones de carácter visual.

9.1. Instrumentos utilizados en la calibración para manipulación del metal doré.

En la manipulación del metal doré se basa solamente en la observación del producto e informar anomalías que se evidencien a este nivel.

Para el control de romana, utilizara patrones de masa conocida.

9.2. Procedimiento de calibración de instrumentos de medición para manipulación del metal doré.

Estas actividades están definidas solo para un especialista y los operadores solo deben solicitar a la supervisión la asistencia de personal técnico especialista.

9.3. Sistema de pesaje para metal doré obtenido.

Para el pesaje, se utiliza balanza que está en el área de trabajo. Los operadores disponen de masas patrón para revisión de la balanza.

9.4. Procedimiento de pesaje de metal doré obtenido.

Corresponde al traslado de las barras hacia el sector de pesaje.

Las barras de metal doré son ubicadas en la balanza y se registrar la información.

Se debe tener presente que se utilizan masas patrón para la revisión de la balanza, en caso de desviaciones se debe informar. En el caso de presentar diferencia respecto a masas patrón, se dispone de una balanza calibrada para reemplazo y se procede a llamar al especialista para ajuste del equipo.

10. Distribución de acopio para el metal doré.

10.1. Estándar de clasificación del metal producido.

La clasificación del producto obtenido se ejecuta tomando en cuenta cada una de las coladas que se esté tratando, lo que establece un rotulo.

Se selecciona el producto en base a las inspecciones visuales.

Se toman las muestras físicas para análisis en laboratorio y en función de los resultados obtenidos se completa la información que caracteriza cada colada.

10.2. Procedimiento de revisión de metales obtenidos.

Las revisiones corresponden a un chequeo visual y en algunos casos se hacen mediciones de tamaño del producto obtenido.

El operador se debe asegurar que las rotulaciones correspondan a cada colada y que estén debidamente identificadas.

10.3. Pauta de revisión de productos obtenidos.

Se toma como referencia el método siguiente:

a) Inspección visual: el producto debe presentar una homogeneidad físicamente.
b) Mediciones: el producto presenta las medidas dentro de una tolerancia definida, es decir, no presenta deformaciones significativas.
c) Para las pruebas metalúrgicas, químicas, físicas y otras que redunden a la calidad, se envían para análisis especializado y se esperan los resultados.

Actividad N° 5

Clasificación de Barras Según Pautas de Inspección.

Introducción a la actividad.

La siguiente actividad consiste en aplicar la pauta de inspección distintos metales obtenidos en procesos de fundición, someterlos a exámenes y caracterizarlos por partida productiva considerando la masa del producto obtenido.

Se trabajará en un taller que reunirá todos los producto obtenidos en los procesos de fundición en mufla de laboratorio, bajo distintas circunstancias, productos fundidos obtenidos a partir de metales y otros a partir de concentrado, los que serán caracterizados en función de una calidad similar en base a la pauta de inspección visual y de medidas de tamaño y masa, en un ambiente de taller.

Aprendizaje Esperado que Desarrolla

Describir pauta de clasificación de metal para la calidad estructural de las barras obtenidas haciendo de acuerdo a estándares, procedimientos y normativa vigente.

Estrategia Metodológica para el Instructor

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

Recurso Plataforma Web	
Recurso Audiovisual	
Formulación de Preguntas	✓
Taller de Trabajo	✓
Propuestas de Situaciones Problemáticas	✓

Materiales y Recursos

- Guía impresa por participante
- Muestras de diversos metales obtenidos en laboratorio.
- Vernier
- Balanza
- Lupa o microscopio.

Desarrollo de la Actividad

Antes de comenzar el instructor comentará la conveniencia de clasificar los tipos de metales obtenidos como producto de la fundición y dentro de esta clasificación aplicar las pautas de inspección aplicadas por los operadores en un proceso operativo. Se le pedirá a los participantes que den un ejemplo acerca de la actividad de clasificar distintos productos alumnos que el con los alumnos acerca de situaciones donde se realicen acciones para clasificar como ejemplo la clasificación de frutas por distintos tamaños y aspecto visual.

El instructor aclarará que en esta actividad la realizarán los participantes en una actividad grupal, siguiendo una guía de trabajo que considere los aspectos más relevantes y apreciables para el caso de metales.

A continuación el instructor les explicará cómo deberán realizar la actividad y les entregará una guía escrita de la secuencia de pasos que deben seguir para llevarla a cabo y la leerá en conjunto con todos los participantes para que se aclaren dudas de lo que se debe hacer.

Elementos de protección personal obligatorios

Etapa	Desarrollo	Materiales y recursos
1. Inicio	Los participantes hacen un reconocimiento del trabajo a realizar e inspección del lugar de trabajo	Recorrido con el instructor.
2. Seguridad	Confección de "Hoja de control de Riesgos", donde cada participante reconocerá los riesgos de la actividad y establecerá la medidas de control para cada riesgo detectado. Cada participante será asistido por el instructor.	1 Formato de Hoja de control de Riesgos por grupo.
3. Clasificación.	Cada grupo contará con una guía práctica y tendrá las actividades a realizar, que comprenden: - Aplicar pauta de inspección de calidad estructural que considere la inspección visual a lupa y microscopio para separar por diferencias; mediciones de ancho, largo. - Clasificar por color. - Tomar registros de masa para clasificar por medida de masa.	Equipo de protección personal. 1 Guía del alumno Grupo de diversos tipos de metales 1 vernier 1 Lupa o microscopio 1 Flexómetro
4. Preparación de papelógrafos.	Cada grupo de trabajo, deberá obtener una clasificación que considere todos los aspectos visibles involucrados y que les permita acercarse a la condición real del ciclo de tiempo.	
8. Fin de la actividad.	Los grupos expondrán los resultados y podrán revisar si las pautas de clasificación les permitieron obtener el mismo orden de productos.	1 Cronómetro Paños de limpieza. Papel de limpieza.

Al aplicar el taller los participantes deberán trabajar en grupos de cuatro y se organizarán para que todos los integrantes participen de las tareas, contribuyendo a obtener una buena clasificación de productos.

Luego de sus exposiciones, los participantes serán retroalimentados por el instructor, quien tiene el ciclo productivo de los metales observados.

Cierre

Los participantes, en un ambiente controlado, y con muestras obtenidas en laboratorio, serán capaces de establecer una clasificación estructural del producto obtenido.

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

AngloAmerican

ANTOFAGASTA MINERALS

BARRICK

bhpbilliton
resourcing the future

CODELCO
Orgullo de Todos

COLLAHUASI

FREEPORT-MCMORAN COPPER & GOLD

GLENCORE

KGHM
POLSKA MIEDŹ S.A.

LUMINA
COPPER CHILE

Teck

YAMANAGOLD