

## Mina Ministro Hales

# Preparando el inicio de sus operaciones

Patricia Avaria R.  
PERIODISTA CONSTRUCCIÓN MINERA

» El yacimiento que por mucho tiempo se conoció como “Mansa Mina”, contempló una inversión de más de US\$ 3 mil millones y proyecta para su primer quinquenio una producción de cobre fino al año cercana a 200 mil toneladas anuales.

» La ejecución del proyecto comprendió la construcción y el montaje industrial de diversas plantas, tales como: chancado primario, apilador de mineral grueso (stock pile), molienda, flotación, domo de concentrado, complejo de tostación, entre otras.

» En el prestripping de la mina, el más grande a nivel mundial, se removieron 228 millones de toneladas de material estéril, equivalentes a 70 veces el cerro Santa Lucía de Santiago.

**P**REPARÁNDOSE para el inicio de sus operaciones, a finales de este año, las nuevas instalaciones de la División Ministro Hales (DMH) de la Corporación Nacional del Cobre, Codelco, comenzará con la extracción de calcinas de cobre, que son rocas de mineral con alto concentrado de cobre y que además poseen arsénico, desde dónde se extraerá otro importante y estratégico mineral para la minera estatal, la plata. Posteriormente, previo procesamiento de sus minerales, que se realizarán en una planta concentradora independiente (stand alone), este material se llevará a Chuquicamata para proseguir con el proceso de fundición y refinación.

De esta manera Codelco, a través de la ex “Mansa Mina” que estuvo en carpeta durante varios años antes de iniciar su construcción, que contempló una inversión superior a los US\$ 3 mil millones, proyecta para su primer quinquenio una producción de cobre fino al año del orden de 200 mil toneladas y cerca de 350 toneladas de plata por año.

Actualmente, el avance de la construcción del proyecto

supera el 97% y ya se han realizado pruebas con carga en algunas de sus nuevas y modernas plantas, como el chancador primario, correas transportadoras y stockpile. Una vez entregadas las instalaciones completas a la DMH, los esfuerzos se centrarán en la entrada en operaciones y el ramp up o escalamiento productivo.

En septiembre pasado, el ministro de Minería, Hernán de Solminihac, junto a representantes de las comunidades aledañas, ejecutivos y trabajadores de la mina, celebraron el tercer aniversario de la formación de la División Ministro Hales y dieron por terminado el prestripping de la mina, el que –aseguran– es el más grande de la historia mundial de la minería, con 228 millones de toneladas de estéril removidas. El gerente general de la División Ministro Hales de Codelco, Claudio Olguín, aseguró que “este es el prestripping sustentable más grande de la historia. Nos sentimos muy orgullosos de haber comenzado en esta pampa, donde no había nada y hoy día podemos decir con mucho orgullo que hemos finalizado el primer hito de este proyecto estructural, el más grande de Codelco”.



Tendría una capacidad de producción diaria de 50.000 toneladas de mineral, en un proceso que comprende una línea de chancado primario, molienda SAG y dos molinos de bolas, entre otras.

FOTOS GENTILEZA CODELCO

## FICHA TÉCNICA

### MINA MINISTRO HALES

**Ubicación:** Calama, II Región de Antofagasta

**Mandante:** Codelco

**Constructoras:** SalfaCorp, SigdoKoppers, Outotec, DSD – Echeverría Izquierdo, Montec, Icafal, entre otras.

**Tipo de explotación:** Mina a rajo abierto

**Inversión total estimada:**

más de US\$ 3.000 millones

**Producción a régimen:** del orden de 200 mil toneladas de cobre fino al año

**Operación estimada:** A fines de 2013

**Vida útil:** 17 años (con posibilidad de continuar con minería subterránea)





**Actualmente, el avance de la construcción del proyecto supera el 97 por ciento.**

## PROYECTO

La División Ministro Hales se emplaza en la región de Antofagasta, a 5 km de Calama, y su concepción se remonta al 2010 cuando Codelco decide expandir el número de sus divisiones. Para fraguar esta tarea, la cuprífera mandató a su Vicepresidencia de Proyectos (VP), quien se encargó de crear y operar las instalaciones.

Ministro Hales contempla la explotación de sulfuros de cobre "con reservas económicamente explotables de 289 millones de toneladas de mineral, con una ley de 0,96% de cobre total, una ley de plata de 18,8 ppm y una razón estéril/mineral de 5/1, que serán explotadas mediante minería a cielo abierto a un ritmo de 50.000 toneladas por día de mineral", explica el gerente de Proyecto Daniel Deutsch.

El mineral extraído será procesado en una planta concentradora stand alone de una capacidad de producción diaria de 50 mil toneladas de mineral, en un proceso que comprende una línea de chancado primario, molienda SAG y dos molinos de bolas, flotación selectiva mediante el uso de celdas gigantes, y plantas de tostación, de ácido y planta de tratamiento de efluentes.

El área de infraestructura se emplaza al sur del rajo, en una superficie cercada de aproximadamente 126 hectáreas donde se encuentran las instalaciones que prestarán

servicios de mantenimiento -taller de camiones, naves de lubricación y de lavado de equipos, patio de neumáticos y bodegas-, como también las instalaciones de administración e ingeniería: bodegas, instalaciones para contratistas, atención del personal y una estación de combustible de vehículos menores. El diseño consideró un barrio cívico urbanizado cercano al área.

El primer proyecto estructural de Codelco comprende una estación de chancado primario, una correa overland de 2.900 metros que alimenta el acopio de mineral grueso (stock pile); una planta de molienda convencional que incluye un molino SAG de 36 pies, chancado de pebbles, dos molinos de bolas de 22 pies, batería de ciclones, flotación primaria, dos molinos verticales, limpieza primaria y secundaria, espesamiento y transporte de relaves, espesamiento de concentrado y una planta de filtrado.

En el área de tostación se consideró un domo de 20.000 toneladas de almacenamiento de concentrado, un tostador de 450.000 ton/a, una planta de ácido, una planta de tratamiento de efluentes, sistema de almacenamiento de calcina y sistema neumático de transporte de calcina. De acuerdo a lo que se plantea en Codelco, es primera vez que un proyecto de cobre en Chile incluye una planta de tostación de arsénico de lecho fluidizado, nueva tecnología que permite remover el arsénico en etapas tempranas



**El proyecto contempló una inversión superior a los US\$ 3.000 millones y proyecta para su primer quinquenio una producción de cobre fino al año del orden de 200.000 toneladas.**

nas del proceso, “y que ha significado capacitar a los futuros operadores de esta área de la DMH”, afirma Deutsch.

### **MONTAJE INDUSTRIAL**

La empresa Echeverría Izquierdo S.A., a través de su filial Montajes Industriales, se adjudicó en 2012 tres contratos en Ministro Hales; dos de ellos que desarrolla en consorcio con la empresa DSD, corresponden a las Obras Civiles y Montaje Electromecánico del área Espesamiento y Relaves, y a las Obras Civiles y Montaje Electromecánico de una Planta de Osmosis Inversa. El tercero es un contrato EPC (Engineering, Procurement, Construction) por la construcción de dos plantas de lechada de cal.

Cristián Vergara, gerente de Operaciones de Echeverría Izquierdo Montajes Industriales, afirma que “el contrato de obras civiles y montaje electromecánico de espesamiento de relaves y concentrados de la mina, se dividió en tres áreas principales, las cuales consideran todos los trabajos de obras civiles, montaje de estructuras, cañerías, mecánica, eléctricos y de instrumentación para su completo funcionamiento”. El proceso se dividió así:

**El área 3000** que es precisamente el sector de espesamiento de relaves y concentrados, contempló el montaje de cuatro espesadores, dos de relaves de 100 m de diámetro y dos de concentrado de 50 m de diámetro. A

la vez se consideró la construcción de una serie de piscinas de emergencia en hormigón armado y las salas de bomba de relaves y concentrado y estanques de relaves, además de una sala de compresores, dos salas eléctricas y una planta de floculantes. Según Vergara, éstas últimas consistieron en fundaciones y radieres de hormigón armado con estructuras metálicas revestidas con planchas metálicas. En cambio las salas eléctricas se entregaron prefabricadas en módulos tipo contenedor metálico, para lo cual se debieron construir losas de fundación con una serie de pedestales altos sobre los que descansaban las salas.

**El área 5000** que corresponde al sitio de tostación, incluyó los edificios de tolvas de calcina, donde por sus grandes dimensiones y pesos llegaron desarmadas a terreno, razón por la cual al pie del edificio se debieron armar por parte, las que se fueron montando en forma paralela y secuencial con la estructura de este. “Las tolvas en sí requirieron de una gran cantidad de soldadura para unir las”, cuenta el experto. Además, se incorporó vasos presurizados para el transporte de neumáticos, ecometales, salas de compresores y dos salas eléctricas.

**El área 6000**, llamada de Infraestructura, consideró las líneas de piping enterrado para el ducto de relave y para la conducción de agua desde el reservorio de Chu-

**Fin del prestripping,  
se tuvo que remover  
228 millones de toneladas  
de material estéril,  
equivalentes a 70 veces  
el cerro Santa Lucía  
de Santiago.**



**En el área 5000  
que corresponde al sitio de  
tostación, se consideraron  
los edificios de tolvas de  
calcina, vasos presurizados  
para transporte neumático,  
ecometales, sala de compresores  
y dos salas eléctricas.**

quicamata hasta dos nuevas piscinas revestidas en HDPE (agua fresca y de proceso) y sus interconexiones, líneas de red de incendio y alcantarillado, estanques varios, romanas, planta de tratamiento de agua, entre otras. El gerente de Operaciones de Echeverría Izquierdo Montajes Industriales, explica que en esta etapa se trabajó con cañerías de acero y HDPE. "En el caso de las cañerías de acero se trabajó en base a isométricos en las líneas dentro de las plantas de proceso (uniones soldadas y victaulic) y directamente en terreno en los pipeline de las líneas de relave hacia el tranque y agua que trajimos desde Chuquicamata. Las líneas de HDPE se utilizaron principalmente en las redes de incendio y líneas de proceso enterradas".

### **DESAFÍOS**

El desarrollo del yacimiento ha enfrentado varios desafíos. Uno de ellos es la construcción de una planta de tostación de concentrados que permitirá el procesamiento de calcina rica en cobre para ser transformada en cátodos y que sería una instalación inédita en el país.

En tanto, para el proceso de construcción de las diversas instalaciones de planta, se requirieron los servicios de más de doce mil trabajadores contratistas, quienes fueron contratados por la Vicepresidencia de Proyectos. En cuanto a la dotación de trabajadores de la División, desde el

2011 a la fecha se han contratado más de 600 personas. Durante el mismo año, el foco de las contrataciones estuvo en el área mina y de profesionales administrativos de otros sectores.

Otro desafío consistió en traer el agua desde Pampa Puno, ubicada a más de 90 km en la alta cordillera. Para ello se construyeron cinco pozos de extracción de aguas subterráneas y un sistema de aducción de más de 100 km de extensión. Según la estatal, otra particularidad del proyecto es el de las sinergias que éste tendrá con sus operaciones vecinas. Entre las principales, se pueden indicar algunas tan importantes como el tratamiento de las calcinas en la Fundición de Chuquicamata y la disposición de los relaves en el tranque Talabre.

En relación con el ya finalizado prestripping de la mina, las variables ambientales y comunitarias fueron las más relevantes en esta tarea, dada la cercanía del yacimiento con zonas urbanas de Calama. Por ello, se puso especial atención a las tronaduras y al control de polvo, aplicando nuevas tecnologías de construcción. Así, se optó por un nuevo proceso de tronaduras, que tiene la característica de ser más silencioso y reducir a niveles mínimos la vibración. En esa línea, todo un hito lo constituyó la primera tronadura de prueba, efectuada el 13 de mayo de 2011, que comprobó el buen funcionamiento de los sistemas de



control y monitoreo diseñados para evitar impactos sobre la comunidad de Calama.

### TECNOLOGÍA

Dentro de los equipos mineros principales que operan en DMH, se cuenta actualmente con 22 camiones de extracción de 400 toneladas cortas (360 toneladas métricas) y un motor de 4.000 HP. Durante el desarrollo de la mina la dotación de camiones llegará a un número cercano a 57 camiones. La flota contempla, además, cuatro perforadoras eléctricas de gran diámetro (12 1/4" y 10 5/8"), modelo CAT MD 6640 (ex Bucyrus 49 HR). Se suman a estos equipos, siete bulldozer de 850 HP, cuatro wheeldozer, tres motoniveladoras y tres camiones regadores, que conforman el equipamiento de movimiento de tierra y apoyo. El chancador primario tiene un tamaño de 63" x 89", con una potencia de 1341 HP, que permitiría chancar mineral a un ritmo de 4.400 ton/hora.

Por otro lado, la descarga de los camiones de extracción en el chancador se realiza en una instalación encapsulada para el control de las emisiones de polvo que posee adicionalmente un sistema supresor de polvo. Asimismo, se utilizó un equipo que sería único en Chile; se trata del sleipner, el cual está compuesto por un conjunto de ruedas unidas por un eje, y que sirven para el

transporte de palas hidráulicas no mayores a 350 toneladas, optimizando hasta en un 80% el proceso de desgaste de la oruga. Antes de la llegada de este equipo, las palas oruga que operan en DMH se trasladaban de un lugar a otro a una velocidad de dos a tres kilómetros por hora, deteniendo la máquina cada 10 o 15 minutos, para disipar la temperatura de los polines, desgastando también de manera significativa el tren de rodaje, lo que implicaba gastos importantes en su mantención y reparación. Ahora, con el uso del sleipner, la velocidad de transporte alcanza un promedio de 15 kilómetros por hora, trasladando la oruga de manera paralela al suelo, sin tocarlo.

El proceso de uso de este equipo comienza con el chequeo de presión y temperatura de sus neumáticos. Luego, la misma excavadora que será transportada ordena los neumáticos frente a sus orugas gracias a unos ganchos de acero instalados en la parte superior del equipo. La pala hidráulica se posiciona dos veces sobre el sleipner a modo de prueba; al descender de ese proceso se acerca a un camión de alto tonelaje que se instala con su tolva en la parte frontal de la excavadora. En ese momento, se levanta el stick de la pala y posiciona su balde en la tolva del camión, quedando ambos equipos enganchados. Ambas máquinas retroceden y la oruga sube su parte trasera sobre el sleipner. La pala queda paralela sobre el suelo,



**Camión minero y una pala electromecánica en las labores de prestripping en la mina de cobre a rajo abierto de Ministro Hales, a 10 km al norte de la localidad de Calama en la región de Antofagasta.**



**Construcción de la planta stockpile del proyecto Ministro Hales.**

curso hídrico que se encuentra en la mina, a través de la construcción de piscinas sobre los bancos del rajo. Sobre ellos se deposita un gran volumen de agua que percola a sus niveles inferiores, permitiendo que las palas carguen material húmedo, evitando así un exceso de polvo en suspensión. “Esta idea surgió de nosotros mismos y permite el aprovechamiento del agua que tenemos bajo el yacimiento, vía napas subterráneas. En un principio se captaba y reinyectaba al rajo mediante camiones regadores, hoy se hace a través de ductos y mediante gravedad”, destaca Boris Pizarro, ingeniero de servicios mina y quien está a cargo del proceso.

La humectación se convierte en un elemento fundamental en el control del polvo, permitiendo reducir drásticamente las emisiones del mismo y así resguardar las condiciones atmosféricas y medioambientales cercanas a Calama. “El plan de humectación es primordial y está contemplado en nuestro plan de negocios divisional, esto implica que es parte de nuestra operación minera”, explica Roberto Pastén, Superintendente de Operaciones Mina de DMH.

Antes de depositar el agua en las frentes de carguío, se construyeron las piscinas de captación. Mediante el uso de equipos de apoyo, se realizaron los surcos donde posteriormente se acumula el agua. Este proceso se desarrolla aproximadamente con 48 horas de anticipación, a fin de que el líquido logre penetrar la frente.

El proceso requiere de este tiempo de ejecución. Lo positivo es que la densidad del sector permite que se humecte de un 70 a 80%, esto gracias a la gravedad y a que la roca consiente la fusión con el agua.

Este plan se apoya también con el trabajo de humectación que se realiza en gran parte de área mina de la empresa (caminos internos, botaderos, etc.), lo que ha permitido generar escasa polución al momento de la carga de material estéril desde la pala al camión de extracción. Con ello se minimizan los impactos medioambientales en la comunidad de Calama y se cumple con los principios sustentables establecidos y declarados por la División.

Es la División Ministro Hales, uno de los avances que presenta la cuprífera estatal. Una nueva mina que pronto entrará en funcionamiento con tecnología de punta, cumpliendo con las expectativas impuestas. //

con cuatro ruedas traseras y el camión comienza el proceso de traslado. “Para nosotros la etapa de producción será la que nos entregue mayores satisfacciones con este equipo. Una pala hidráulica alcanza la movilidad de un cargador frontal, incluso con mayor tracción y más alcance que uno de estos equipos”, destaca Roberto Pastén, superintendente de Operaciones Mina DMH.

Por otro lado, el gerente de Operaciones de Echeverría Izquierdo Montajes Industriales, afirma que “por la envergadura del proyecto y sus cantidades de obras, es indispensable contar con camiones de bombeo de hormigón que hace que los trabajos se desarrollen con mayor rapidez, y en los montajes estructurales y mecánicos, se requiere de una gran cantidad de grúas algunas de las cuales requieren gran capacidad y alcance (en nuestro caso, las grúas principales fueron hidráulicas de 150 y 130 ton)”. El incorporar tecnología de punta en los procesos mineros y en general en la operación, es uno de los conceptos priorizados por DMH, en cada una de sus áreas.

## PLAN DE HUMECTACIÓN

La innovación es uno de los principios fundamentales en el desarrollo productivo de la División Ministro Hales de Codelco. A través de la utilización de nuevas tecnologías y muchas veces del ingenio y experticia de sus propios trabajadores, se logran concretar planes innovadores que apoyan el negocio y al mismo tiempo resultan sustentables en el tiempo. Uno de los ejemplos más claros y que da cuenta de este proceso creativo, es el Plan de Humectación de las frentes de carguío, al interior del área de Operaciones Mina de la División.

Este proyecto se comenzó a aplicar desde el inicio del prestripping y consiste en generar la recirculación del re-