

# Instalaciones en Minera Los Pelambres

Patricia Avaria R.

Minera Los Pelambres (MLP) está proyectando una modificación en las canaletas de alimentación de los Holding Tanks del STR 36”.

Los relaves consisten en una mezcla acuosa que contiene finos fragmentos de rocas molidas de granulometría variable en suspensión. Dentro de los estanques de almacenamiento, los relaves deben ser continuamente “removidos” mediante agitadores para evitar que la mezcla se “embanque”.

La etapa de ingeniería de detalle finalizó en 2012. Las instalaciones objeto de esta ingeniería se encuentran en la comuna de Salamanca, región de Coquimbo.

**M**INERA LOS PELAMBRES (MLP) está proyectando una modificación en las canaletas de alimentación de los Holding Tanks del STR 36”, para poder manejar las descargas variables que se generan, en función de los flujos posibles, entre 3.000 m<sup>3</sup>/h a 11.314 m<sup>3</sup>/h para cada estanque de relaves, ingeniería realizada por Ausenco Chile.

Con el fin de mejorar las operaciones en el Sistema de Transporte de Relaves (STR) de 36” en el Área de Holding Tanks y tener una mayor confiabilidad en los procesos productivos, Minera Los Pelambres ha emprendido una serie de mejoras en algunas de sus instalaciones. La empresa Ausenco Chile, desde principios de 2011, ha sido responsable de desarrollar algunas de éstas reingenierías, entre las cuales se encuentra la modificación del diseño de descarga de las dos canaletas metálicas de relaves que vierten este material en dos estanques de acero, los que tienen una altura de 18 metros.

Entre las principales características técnicas del proyecto, el jefe de Disciplina Civil Estructural de Ausenco Chile, Do-

mingo Lulión, destaca el empleo de tecnología láser 3D para realizar el levantamiento en terreno de las instalaciones existentes, “lo que significó tener información confiable, actualizada y con un alto nivel de precisión”. También, el uso de herramientas 3D para el diseño, cálculo y modelamiento de las estructuras (Tekla Structures, SAP 2000) aseguran diseños acordes con las normas y procedimientos de ingeniería propios de estas instalaciones. Además, se hizo una revisión estructural de todas las instalaciones para obtener una solución con una mínima intervención sobre las obras civiles,

**Canaletas que serán modificadas para optimizar el proceso de transporte de relaves y así extender la vida útil de las instalaciones.**





estanques y otras instalaciones existentes. Asimismo, el poseer conocimiento previo acerca de otros proyectos en el mismo sector que afectarán las zonas disponibles para la ubicación de las obras proyectadas, permitió un mejor control de posibles interferencias".

Uno de los principales focos de mejora al proceso, consiste en que al momento de realizar la descarga, se producen vibra-

# 25,5

## TONELADAS

pesan las nuevas estructuras.

Se apoyarán en un pedestal único y en la estructura existente.

ciones causadas por el impacto del flujo de alimentación en el cabezal de la descarga.

Por otro lado, existe un segundo desafío: el relave, al momento de caer al estanque, golpea continuamente las paredes de los estanques, provocando vibraciones en la plataforma de la estructura de soporte.

La forma de controlar este problema, ya diseñada por Ausenco "es transformando estos flujos de alimentación en descargas menores mediante "buzones" o caídas verticales alejados del manto y de las aspas del agitador", afirma el jefe de Disciplina Civil Estructural de Ausenco, Domingo Luli6n. Se proyecta una modificaci6n de la canaleta de alimentaci6n, con descargas variables en funci6n de los flujos posibles, entre 3.000 m<sup>3</sup>/h a 11.314 m<sup>3</sup>/h para cada estanque de relaves, los cuales actualmente no tienen un flujo uniforme.

### DESAFÍOS

El proyecto tuvo que enfrentar y resolver diversos desafíos, ya que el sector de los Holding Tanks es una instalaci6n operativa de Minera Los Pelambres, por lo que no puede ser detenida de manera permanente. Solo se detiene durante las paradas de planta programadas para mantenimientos mayores. Por tal motivo, como condici6n para el diseño, la duraci6n de las detenciones deberian ser las menos posibles y, en t6rminos de horas, en las cuales no se produciría descarga de relaves en los estanques.



## FICHA TÉCNICA

### SISTEMA DE TRANSPORTE DE RELAVES DE MINERA LOS PELAMBRES

#### UBICACIÓN:

45 km al este de la ciudad de Salamanca, Provincia de Choapa, IV Región de Coquimbo.

#### MANDANTE:

Minera Los Pelambres

#### RESPONSABLE DE DISEÑO:

Ausenco Chile Ltda.

#### JEFE DE DISCIPLINA CIVIL ESTRUCTURAL:

Domingo Lulión

#### PRODUCCIÓN MINA:

390 mil toneladas de cobre en concentrado y 9.800 toneladas de molibdeno aproximadamente al año.

#### RESERVAS:

5.800 millones de toneladas con una ley de 0,6 de cobre y 167 millones de toneladas de molibdeno.

#### INICIO DE PROPUESTA:

2012

#### TÉRMINO ETAPA DE INGENIERÍA DE DETALLE:

2012

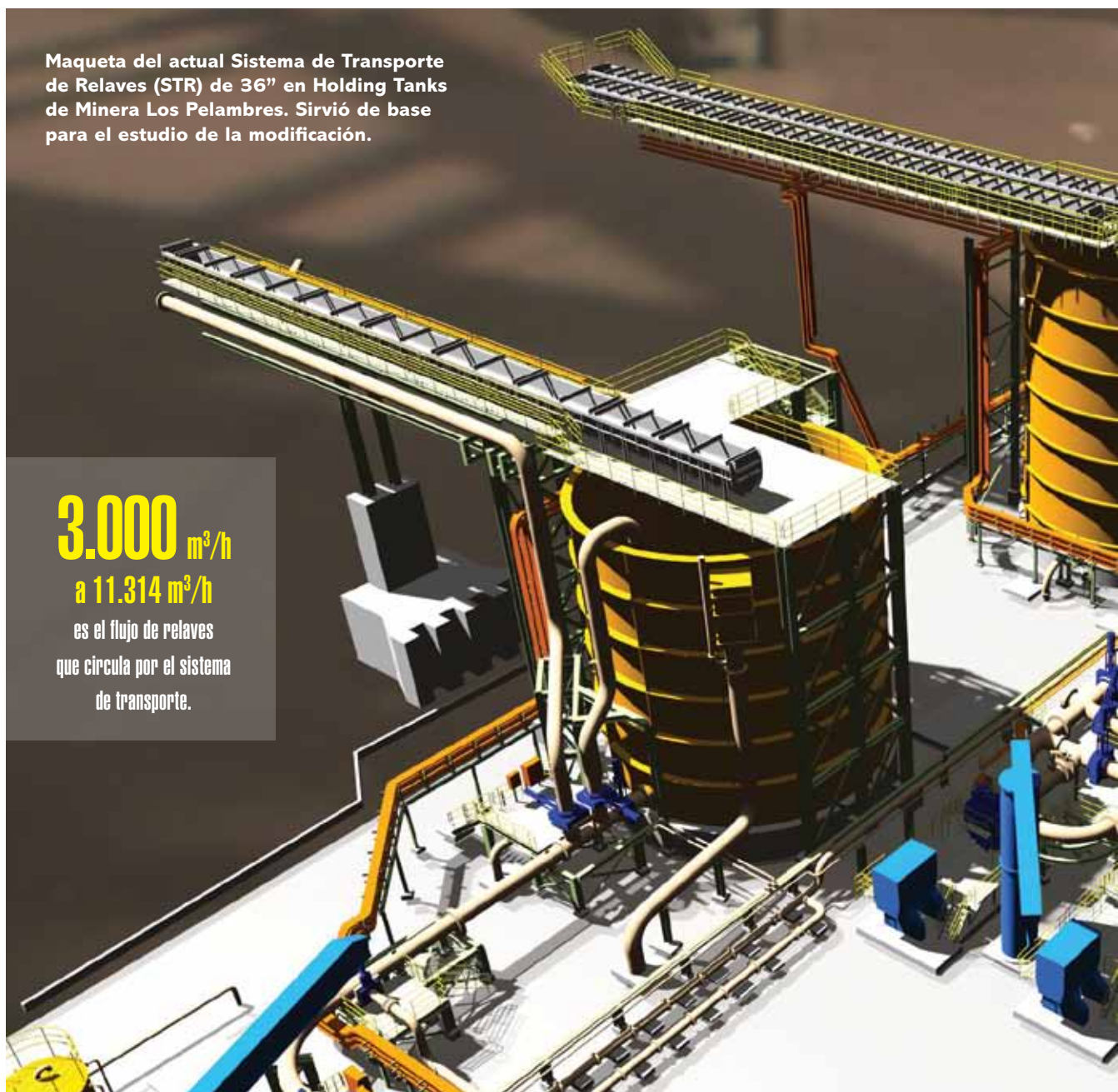
#### INICIO OBRAS DE CONSTRUCCIÓN (ESTIMADA):

2014

Maqueta del actual Sistema de Transporte de Relaves (STR) de 36" en Holding Tanks de Minera Los Pelambres. Sirvió de base para el estudio de la modificación.

**3.000 m<sup>3</sup>/h**  
a **11.314 m<sup>3</sup>/h**

es el flujo de relaves que circula por el sistema de transporte.

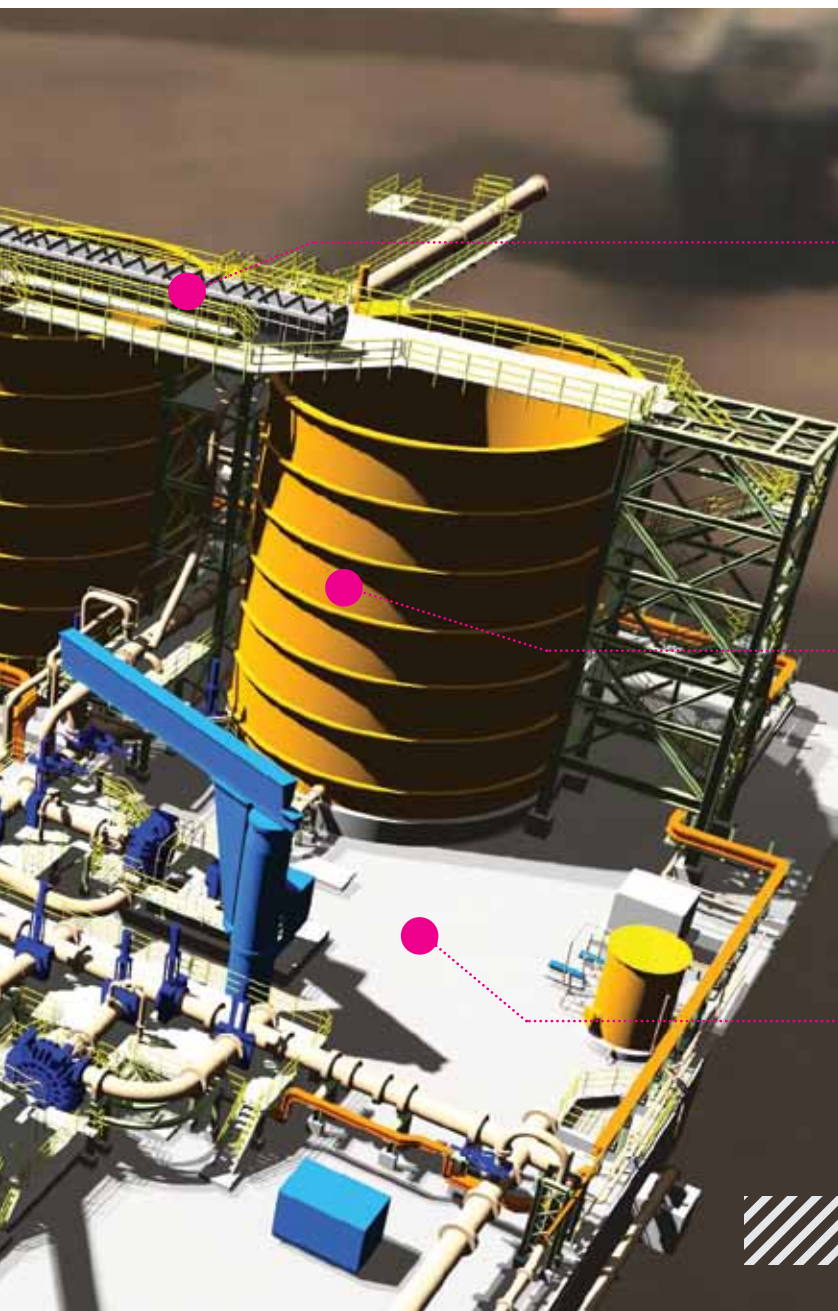


## MINERA LOS PELAMBRES

Minera Los Pelambres es una empresa minera que se dedica a la producción de cobre y molibdeno. Posee un yacimiento ubicado a 3.600 m de altura en la cordillera de los Andes, que produce en promedio 390.000 toneladas de cobre fino al año. El mercado más significativo de la empresa es Asia y Europa. Los Pelambres es el cuarto yacimiento más grande de Chile y está entre los 10 más grandes del mundo, alcanzando recursos minerales por 5.800 millones de toneladas con una ley promedio de cobre de 0,6%, así como créditos de molibdeno y oro.

La solución de ingeniería propuesta para resolverlo, fue realizar una descarga alternada de relaves en uno u otro estanque, mientras se modificaban las canaletas, logrando que no se generen detenciones de planta, permitiendo que el proceso de transporte y descarga de relaves siga normalmente y de manera continua. A su vez, esta fórmula junto con la de "descargas múltiples", evita que la descarga golpee el manto interno de los estanques, por lo que se minimizan las potenciales vibraciones.

Otro de los desafíos es que los espacios disponibles para la colocación de estructuras, fundaciones y obras civiles en general, son muy reducidos, debido a que el lugar cuenta con un gran número de equipos, piezas, cañerías y válvulas, entre otros. Lulión indica que "Esto complejiza el diseño y



### DISEÑO CANALETA

El diseño de la canaleta de material de acero estructural, considera tramos curvos con desarrollos compatibles a las velocidades y tasas de desgaste para la vida útil del proyecto, esto significa que se realizará un reemplazo de las actuales descargas (simples) por extensiones de canaletas sobre los estanques con “buzones de descarga”.

### ESTANQUES

En el caso de las condiciones de los estanques y su utilización para la modificación del sistema de transporte de relaves de Minera Los Pelambres, Domingo Luli6n destaca que los dise1nos de las ingenierías de integridad desarrollados por Ausenco Chile no contemplan modificaciones en los estanques. “No est1 considerado este alcance en nuestros dise1nos. Los estanques existentes se emplean y se seguir1n usando como almacenamiento de relaves para su transporte mediante tuberías”.

### NUEVA FUNDACI3N

La soluci3n de ingeniería adoptada considera una nueva fundaci3n tipo pedestal, anclada a la fundaci3n existente (mat) de los estanques construidos con hormig3n armado, 1sta consiste en el soporte de la estructura de apoyo de la canaleta, la cual tiene un peso total de 25,5 toneladas y cada parte de la enferradura tiene un peso de 2,3 toneladas.

ubicaci3n de nuevas estructuras y fundaciones”.

La soluci3n de ingeniería adoptada considera solamente una nueva fundaci3n construida en hormig3n armado. Esta constituye el soporte principal de la estructura de apoyo de la canaleta. Las nuevas estructuras las cuales tienen un peso total de 25,5 toneladas, ser1n entonces una prolongaci3n de las existentes, considerando previamente una cuidadosa revisi3n y validaci3n de las nuevas condiciones de estructuraci3n, fijaci3n y de carga tanto de la construcci3n actual como de la proyectada.

### DISE1NO

La etapa del dise1no parti3 revisando la estructura existente y luego, se consider3 junto con la proyectada, como una estruc-

**18 metros de altura poseen los estanques.**





## EL NUEVO DISEÑO DEL MONTAJE INDUSTRIAL DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE RELAVES

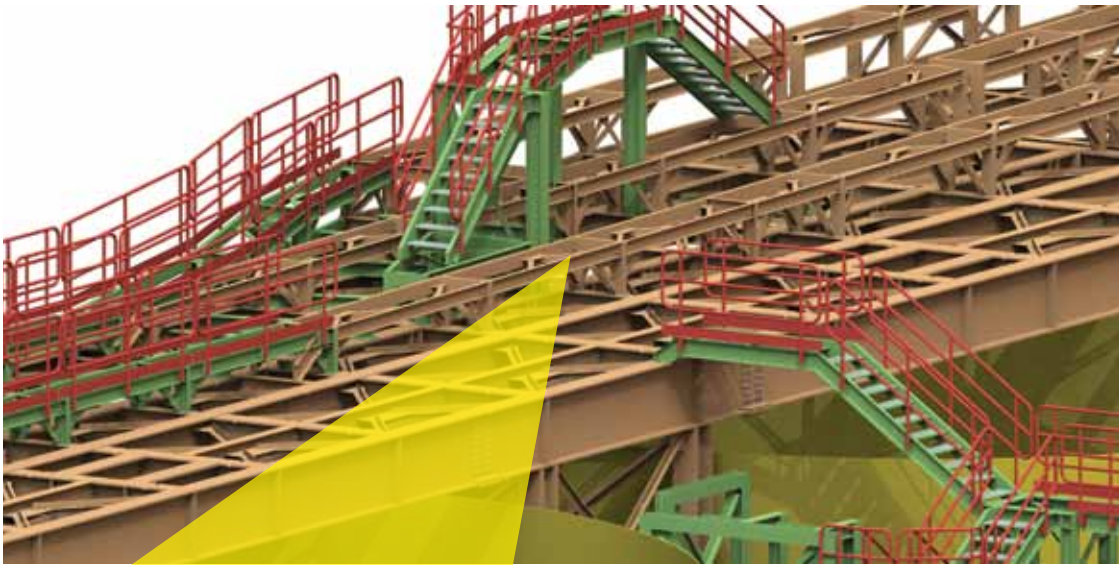
Las canaletas de relaves se encuentran sobre los estanques para reducir vibraciones en su descarga. Estos estanques tienen una altura de 18 metros sobre el nivel de piso.

Se define como manto a la placa metálica que reviste perimetralmente el cuerpo del estanque. Este constituye diferentes anillos cilíndricos que, unidos mediante soldadura, forman este cuerpo, de piso a techo.

La canaleta es de acero estructural. Por esta vía se transportará el relave de Minera Los Pelambres hasta los estanques.

Vista inferior detallada de las conexiones. Estos elementos se diseñaron con el software Tekla Structures.

**Vista superior del diseño de la plataforma de transporte de relaves de Minera Los Pelambres.**



**Se retiran 8 módulos de la canaleta para ser reemplazados por los 4 módulos que tienen los nuevos buzones de descarga.**



**Vista inferior de los “buzones” o descargas de la extensión de la canaleta.**

### **NORMA NCH 2369**

La Norma NCh 2369 Diseño Sísmico de Estructuras y Edificaciones Industriales, se basa en la experiencia predominante en Chile, obtenida del comportamiento de las estructuras y equipos industriales, luego del terremoto de 1960 y 1985. En esta norma se aplica un concepto de una mayor seguridad anti-sísmica, debido a la magnitud de las pérdidas económicas que podrían producirse en una industria, debido a la interrupción o suspensión del proceso productivo, producto de los eventuales daños ocasionados por el sismo en la estructura o en sus equipos.

tura conjunta con el nuevo diseño. También, se tomó en cuenta una sola columna tipo pilar que transmitiera los esfuerzos a una única fundación.

Para el caso de las canaletas, la solución fue rediseñar las descargas de la canaleta, cambiando los puntos de descarga, alejándolos del manto, alternando su ubicación en los estanques, realizando descargas mediante “buzones múltiples” y considerando un proceso constructivo que siempre mantuviese en operación al menos la descarga en uno de los estanques.

En el estudio se considera cómo enfrentar un eventual sismo, ya que “todos los diseños de ingeniería que realiza el área Civil-Estructural de Ausenco están basados en la última edición vigente de las normas chilenas válidas para edificaciones industriales, en particular la NCh 2369, Diseño Sísmico de Estructuras y Edificaciones Industriales, así como de normas técnicas internacionales que apliquen al caso”, explica Domingo Lulión.

El diseño de la canaleta de acero estructural, considera tramos curvos con desarrollos compatibles a las velocidades y tasas de desgaste para la vida útil del proyecto, esto significa que se realizará un reemplazo de las actuales descargas (simples) por extensiones de canaletas sobre los estanques con “buzones de descarga”. Estos buzones han sido diseña-

dos para todo el rango de flujo del relaveducto; en la práctica significa que se requiere extender una de las canaletas mediante un tramo curvo para que descargue en el estanque, en tanto que la otra canaleta se recorta, haciendo que las canaletas finalmente no descarguen en sus estanques originales.

Con respecto a los temas de seguridad de los trabajadores, Lulión aclara que “los diseños realizados ayudan a mejorar la descarga, dividiendo la caída de flujo en varios “chorros” de menor caudal individual. En este sentido, aseguran razonablemente la integridad de los estanques, los que en la actualidad reciben en sus paredes interiores parte de la dispersión del flujo, cuando este sale de una sola descarga muy cercana a su manto. Por otra parte, un diseño más robusto asegura la estabilidad de las estructuras existentes y proyectadas, incluida la nueva extensión de las mismas canaletas. En conclusión, todo el sistema de almacenamiento cuenta con medidas de seguridad en el diseño que evitan derrames, reboses y que permiten una operación controlada”. //