



LOS LEONES

Tabla de Contenidos

1. Descripción de la instalación de relaves.....[2](#)
2. Clasificación por consecuencias.....[3](#)
3. Resultados de la evaluación de riesgos.....[4](#)
4. Resumen de evaluaciones de impacto, exposición y vulnerabilidad de los seres humanos.....[5](#)
5. Descripción del diseño de todas las etapas.....[6](#)
6. Hallazgos importantes en las revisiones de desempeño y revisión de seguridad de presas.....[7](#)
7. Hallazgos del Programa de Monitoreo Ambiental y Social y Medidas de Mitigación.....[9](#)
8. Plan de Preparación y Respuesta ante Emergencias.....[10](#)
9. Revisiones Independientes.....[12](#)
10. Capacidad Financiera para enfrentar el cierre anticipado, recuperación y post cierre.....[12](#)

1 Descripción de la instalación de relaves

El Embalse Los Leones pertenece a División Andina (en adelante, DAND), ubicado en la región de Valparaíso, provincia y comuna de Los Andes, a 42 km de la ciudad Los Andes, a una elevación aproximada de 2.100 m.s.n.m.

Inició operaciones en el año 1980 y actualmente presenta un muro de contención de 160 m de altura, el cual contiene y embalsa 126 millones de m³ de relaves, lo que representa un 90% de su capacidad total de diseño (140 millones de m³).

El embalse cuenta con un muro principal y un muro lateral, ambos construidos en base a material de empréstito. El muro principal fue construido en cuatro etapas utilizando el método de construcción de aguas abajo, alcanzando una cota máxima de coronamiento de 2.138 m.s.n.m. y una altura de 160 m.

Actualmente opera como depósito de emergencia del Tranque Ovejería, por lo que ante emergencias o mantenciones del sistema de transporte de relaves (en adelante, STR), los relaves son desviados y descargados en el Embalse Los Leones.

Todos los procesos involucrados en la vida útil de este embalse, es decir diseño, construcción, operación, monitoreo, cierre y poscierre, se ejecutan bajo una robusta gobernanza implementada a través de un [Sistema de Gestión de Relaves](#).

Para mayor detalle de la descripción de la instalación pinche [aquí](#).

2 Clasificación por consecuencias

La clasificación por consecuencias de una instalación de relaves es un proceso que identifica las consecuencias potenciales aguas abajo de la instalación asociadas a una hipotética falla catastrófica de una presa. Esto se realiza considerando múltiples factores, como la ubicación, el tipo de relave, la población potencialmente afectada, las infraestructuras, los recursos naturales y la importancia ambiental de la zona. La clasificación por consecuencias es esencial para la gestión de relaves, ya que ayuda a identificar y priorizar los criterios para la evaluación y manejo de los riesgos de una instalación y garantizar su seguridad. Como resultado, la clasificación ayuda a establecer los niveles de seguridad y los requisitos de diseño, construcción, operación y cierre para cada presa, dependiendo de las consecuencias potenciales, así como los requerimientos de los procesos de gestión de riesgos.

Para realizar la clasificación por consecuencias, el Estándar Global de Relaves (por sus siglas en inglés GISTM) y su Protocolo de Conformidad desarrollado por el ICMM (International Council on Mining and Metals), incorpora la condición de existencia, primero de modo de falla creíble y luego de escenario de falla creíble.

Del resultado del análisis de riesgo desarrollado para este depósito de relaves, se concluye que no presenta escenarios de falla creíble, esto básicamente dado que su diseño considera la aplicación de cargas externas máximas, Sismo Máximo Creíble (MCE) y Crecida Máxima Probable (CMP), tal como lo exige la normativa nacional vigente, y la modelación indica que no hay vaciamiento de relaves y por lo tanto tampoco efectos aguas abajo del depósito.

Considerando lo anterior, este depósito no tendría una clasificación directa de acuerdo con las condiciones que establece el GISTM y el protocolo de conformidad desarrollado por el ICMM. Sin embargo, en línea con la normativa nacional vigente y las buenas prácticas de la industria, e independientemente de la categoría de consecuencias obtenida, Codelco considera para todas sus instalaciones de relaves el uso de criterios de diseño asociados a la categoría "Extrema", con el objetivo de aplicar las consideraciones más estrictas en la gestión de seguridad de sus instalaciones de relaves.

3 Resultados de la evaluación de riesgos

La evaluación de riesgos aplicada al Embalse Los Leones es un proceso sistemático y riguroso que, con la participación de expertos en temas multidisciplinarios, identifica, analiza y evalúa los riesgos potenciales asociados con la instalación de relaves, lo que permite a las partes interesadas tomar decisiones informadas y gestionar de manera efectiva estos riesgos. Las evaluaciones de riesgos son realizadas en las etapas de diseño, construcción y operación de nuestra instalación. En este proceso toman especial relevancia la identificación, análisis, evaluación, mitigación, monitoreo y revisión de los riesgos críticos de la instalación, que permiten establecer las acciones que nos permiten mantener niveles de seguridad aceptables.

Resultados de la evaluación de riesgos críticos

Las evaluaciones de riesgos deben expresarse en atención a los modos de falla genéricos que aplican a las presas de relaves:

- *Overtopping* (rebalse).
- Inestabilidad de taludes.
- Inestabilidad de fundaciones.
- Erosión interna.
- Liberación de contaminantes.

Se identificaron potenciales causas y consecuencias, así como controles preventivos (detectivos) y controles mitigadores (correctivos). Como resultado se mantienen los controles críticos establecidos, con lo cual la infraestructura se mantiene con los niveles de seguridad aceptables definidos.

Los controles preventivos y mitigadores se encuentran registrados y permanentemente se revisa su desempeño y efectividad. Los servicios de Ingeniería de Registros revisan estos controles de manera permanente y el Comité Internacional de Revisión de Relaves lo hace al menos una vez al año. Ambos verifican en terreno los sistemas de monitoreo y los controles críticos.

4 Resumen de evaluaciones de impacto, exposición y vulnerabilidad de los seres humanos

Tomando en cuenta la adopción de clasificación por consecuencia, y a pesar de no contar con escenarios creíbles de fallas de flujo para el Embalse Los Leones de acuerdo al numeral 2 de esta sección y a las evaluaciones de riesgos realizadas de manera específica y principalmente para resguardar la seguridad de las personas, se ha llevado a cabo una evaluación de impacto, así como de exposición y vulnerabilidad de los seres humanos frente a hipotéticos escenarios creíbles de fallas de flujo en la instalación de relaves. A partir de estos resultados, se han establecido los planes de respuesta ante emergencias.

Se ha examinado qué lugares podrían verse afectados ante una eventual potencial falla catastrófica, sobre la base del nivel de peligrosidad asociada a los impactos generados. El asentamiento más cercano al muro principal es Saladillo, el campamento minero de DAND que se ubica a una distancia aproximada de 3 km hacia aguas abajo, mientras que la ciudad de Los Andes se encuentra a 40 km de distancia aproximadamente.

Con base en lo anterior, se han preparado los acercamientos a las autoridades y comunidades potencialmente afectadas. Con respecto a estas comunidades potencialmente afectadas, se han realizado levantamientos y catastros de personas, infraestructura y elementos con valor ambiental de manera de poder considerarlos en la planificación del plan de respuesta ante emergencia provocada por una hipotética falla en el depósito de relaves. Toda esta información está registrada y sirve de *input* a los análisis que los equipos multidisciplinarios han realizado y que se irán actualizando en el tiempo para conocer de cambios relevantes que pudieran hacer necesario algún ajuste en la estrategia de gestión del depósito y sus acciones ante emergencias.

5 Descripción del diseño de todas las etapas

El muro principal del embalse fue construido en base a material de empréstito, en cuatro (4) etapas, con el método de construcción de aguas abajo (Figura 5-1), a cota de coronamiento de 2.138 m.s.n.m., llegando a una altura máxima de 160 m. El talud aguas arriba es 1,6:1,0 (H:V) y talud global aguas abajo es 1,9:1,0 (H:V). Presenta protección con enrocado (rip-rap) en los 8 m superiores del talud aguas arriba, mientras que aguas abajo es protegido contra la erosión de aguas lluvias con un enrocado en toda su extensión. En su interior posee un dren subvertical, que conecta con el dren basal, tal como se muestra en la sección transversal tipo que se presenta a continuación.

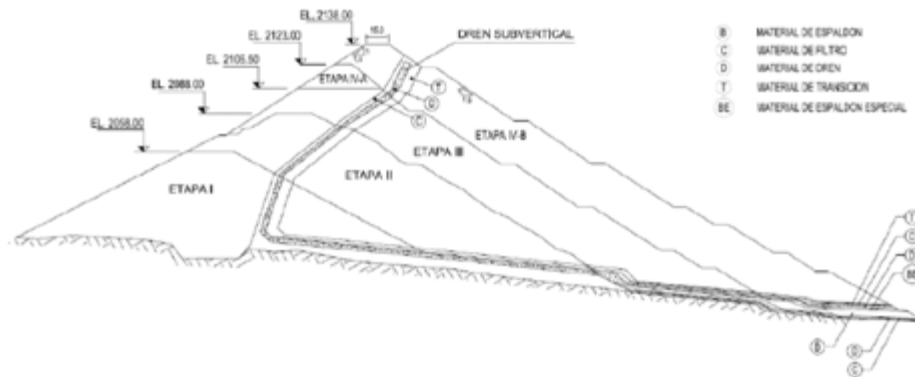


Figura 5-1: Sección tipo muro principal del embalse Los Leones

Adicionalmente, presenta un muro lateral de taludes 2:1 (H:V), tanto aguas arriba como aguas abajo (Figura 5-2). Al igual que el muro principal, posee protección con rip-rap.

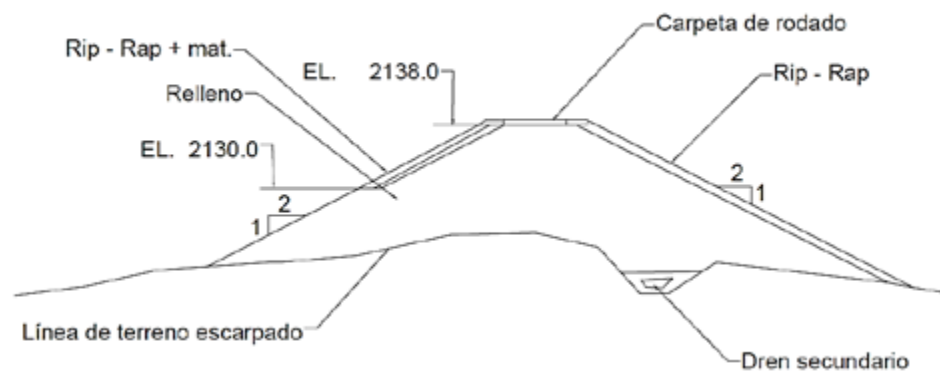


Figura 5-2: Sección muro lateral del embalse Los Leones

El diseño actualmente considera estudios sísmicos que permiten verificar que los muros resisten los eventos más grandes que podrían ocurrir en el sitio y estudios hidrológicos considerando cambio climático, que permiten verificar que el depósito es capaz de almacenar los caudales y volúmenes de escorrentía.

La capacidad del depósito utilizada hasta diciembre de 2022 es de aproximadamente 126 millones de m³ de relaves, mientras que la capacidad máxima aprobada de relaves es de 140 millones de m³.

Desde el año 1999 el embalse de relaves Los Leones se utiliza como depósito de cabecera del Tranque Ovejería, empleándose aproximadamente 12 días al año mientras se desarrollan actividades de mantenimiento en el STR hasta el Tranque Ovejería o en caso de una emergencia. La depositación en la cubeta considera potencialmente cinco (5) puntos de descarga, de los cuales dos (2) se encuentran inactivos.

6 Hallazgos importantes en las revisiones de desempeño y revisión de seguridad de presas

Como parte de las actividades orientadas a revisar frecuentemente si la instalación mantiene los niveles de seguridad deseados, Codelco contrata los servicios de empresas y personas independientes para que realicen revisiones del desempeño y seguridad del depósito.

Los Informes de Desempeño Anual (IDA) son elaborados por el Ingeniero de Registro. Como resultado del informe de desempeño anual del año 2022, se concluye que el depósito ha presentado un buen desempeño, se cumple con la intención de diseño, se mantienen los indicadores y parámetros de desempeño operacional en niveles satisfactorios.

La Revisión de Seguridad de Presas (RSP), se realiza cada cinco (5) años, y es desarrollada por una compañía externa experta cuyo objetivo es evaluar la condición de seguridad del depósito. Como resultado de la Revisión de Seguridad de Presas (realizada en 2020), se concluyó que el depósito se encontraba en una condición segura, es decir no se identifican hallazgos con ***“un riesgo intolerable de falla de la instalación de relaves o, definitivamente, problemas reales de seguridad considerados inmediatamente peligrosos para la vida, la salud o el medio ambiente, que requieren una acción urgente del operador”***.

Otros hallazgos detectados en las instancias de las revisiones mencionadas se presentan en la Tabla 6 1:

Tabla 6-1: Resumen Revisiones Independientes - embalse Los Leones

Instancia de revisión	Hallazgo	Medidas de mitigación
Informe de Desempeño Anual (IDA)	La base de información asociada a los materiales de construcción del muro principal y del suelo de fundación del Embalse Los Leones no se encuentra completa.	En desarrollo exploraciones geotécnicas complementarias.
	Los niveles de alerta establecidos en el Manual de Operación y Vigilancia (OMV) y el Plan de Respuesta ante Emergencias (EPRP) sólo presentan umbrales para magnitudes de las variables y no para variaciones en sus tasas de cambio.	Situación resuelta. Umbrales establecidos. Plan de acción para implementación de respuesta (TARP por su sigla en inglés) desarrollados.
	Existe una serie de piezómetro Cuerda Vibrante y Casagrande ubicados en el coronamiento del muro principal que han tenido registros continuos de niveles piezométricos cercanos al nivel de la laguna. Inspeccionar los piezómetros por medio de cámaras de video, de tal manera de verificar y mejorar la base de información de construcción de los piezómetros Casagrande.	Del análisis realizado de los dos piezómetros que presentan nivel piezométrico cercano al nivel de la laguna, uno de ellos responde a una condición esperada, mientras que el otro será contrastado con inspección interna mediante cámara y con sondaje realizado en la cercanía. Actividad en desarrollo en proyecto en ejecución.
Revisión de Seguridad de Presas (RSP)	No hay constancia de un análisis potencial de licuación de la fundación de la presa. La presa de relaves Los Leones se encuentra fundada sobre depósitos fluviales y fluvio-glaciares, con lentes de arenas.	Realizar el análisis de licuación de los suelos de la fundación. En caso de que exista un riesgo potencial de licuación definir e implementar las acciones que correspondan. Actividad en desarrollo en proyecto en ejecución.
	Los análisis de estabilidad y de deformaciones se encuentran desactualizados y no disponen de un adecuado respaldo tanto de los parámetros geotécnicos del muro y de la fundación, así como de los niveles freáticos.	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar nuevos análisis de estabilidad y de deformaciones, incluyendo: • Respaldo de los parámetros geotécnicos empleados en los análisis. • Respaldo de los niveles freáticos utilizados. • Actualización del estudio de riesgo sísmico. • Modelación de escenarios en condición operacional, extrema y de cierre (incluyendo casos estáticos, sísmico y postsismo). • Actividad en desarrollo en proyecto en ejecución.
	La hidrología no considera otros tiempos de duración para las tormentas (48-72 hrs. Y la máxima alguna vez registrada).	Realizar una hidrología que considere otros tiempos de duración para la tormenta de diseño (48, 72 hrs. y la máxima registrada), además de una duración de 24 hrs. Actividad en desarrollo en proyecto en ejecución.

7 Hallazgos del programa de monitoreo ambiental y social y medidas de mitigación

El Embalse Los Leones cuenta con el seguimiento y monitoreo de los objetivos, controles y parámetros de desempeño del embalse, entre los que destaca el cumplimiento de los permisos ambientales y sectoriales adquiridos.

Con respecto al monitoreo, la operación del Embalse Los Leones declara que tanto los compromisos operacionales adoptados como el estado de los permisos ambientales y sectoriales, se encuentran en estado de cumplimiento.

El Embalse Los Leones fue construido e inició su operación previa a la vigencia de la Ley N°19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente (1997), por lo que no ha sido sometido a un proceso de evaluación de impacto ambiental y, en consecuencia, no cuenta con una Resolución de Calificación Ambiental (RCA) emitida por la autoridad ambiental.

En general, el embalse de relaves Los Leones cumple con la normativa ambiental aplicable, incluidos los requisitos contenidos en los permisos ambientales sectoriales que se señalan en el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

En particular, en la Resolución Exenta N° 0169, de fecha 03 de febrero de 2022, del Sernageomin que aprueba el Plan de Cierre de División Andina, se establece que el depósito de relaves quedará como obra remanente poscierre, definiéndose un Plan de Monitoreo y Seguimiento por 10 años. Este plan contempla monitoreos trimestrales de la estabilidad química de las aguas superficiales y subterráneas, así como monitoreos anuales de su estabilidad física. Considera también medidas de poscierre perpetuas, incluyendo la mantención cada 10 años de canales de contorno, coberturas, pretil de cierre y señalética.

8 Plan de preparación y respuesta ante emergencias

Con el fin de estar preparados para la respuesta en caso de falla o mal funcionamiento de la presa, Codelco procura aplicar la mejores prácticas y conocimientos en respuesta ante emergencias para elaborar el Plan de Preparación y Respuesta ante Emergencia (PPRE) específico para el Embalse Los Leones, tomado en consideración las potenciales consecuencias, las evaluaciones de impacto y de la exposición y vulnerabilidad de los seres humanos, buscando la participación de los operadores en su preparación, planificando su desarrollo en conjunto con las personas afectadas, colaborando con la agencias públicas, asegurando los recursos necesarios, capacitando y realizando ejercicios anuales. Nuestro compromiso es dar una respuesta inmediata para salvar vidas, suministrar ayuda humanitaria y reducir al mínimo los daños en el medioambiente.

El actual manual de emergencias para el Depósito Los Leones tiene como objetivo principal establecer lineamientos de acción y planes específicos en caso de ocurrencia de emergencias cuya severidad pudiese alterar los compromisos de la división según normativas y legislación vigentes. En particular, éste define las acciones destinadas a minimizar las potenciales consecuencias a las personas y el medioambiente ante una eventual falla o colapso del embalse.

Algunos de sus principales contenidos son:

Recursos para actuar en caso de falla catastrófica: el área de relaves será la encargada de determinar el nivel de la emergencia. Para los eventos de una potencial falla en el depósito, se establecerán zonas seguras que permitirán la evacuación y abrigo de los pobladores afectados y trabajadores. Estos puntos estarán ubicados estratégicamente y serán acordados en conjunto con las autoridades locales y comunidades potencialmente afectadas, para realizar una evacuación eficaz, donde no exista una mayor exposición a la eventual inundación durante el trayecto de evacuación, además de vías públicas y de corta distancia a los lugares seguros.

Acciones para responder después que un evento catastrófico ha ocurrido: para lograr la recuperación ante determinado evento se deberán seguir, según el tipo de emergencia, las siguientes acciones:

- Destinar los recursos necesarios para controlar la emergencia como: personal y maquinaria pesada, otros.
- En paralelo al control de la emergencia, se encargarán los estudios necesarios para elaborar un plan de actividades, acordado con las autoridades correspondientes y comunidades si correspondiese, tendiente a mitigar los impactos causados.
- Ejecución de las obras que recomiende el Plan de Mitigación de los impactos ambientales.

Algunas medidas de remediación luego de un evento de emergencia son: saneamiento y viabilidad de caminos de acceso; traslado de personas evacuadas al área; mantenimiento de la actividad en los albergues temporales; asistencia sanitaria; limpieza de sectores con volúmenes de relave sedimentados; restauración de suelos y superficies; restablecimiento de comunicaciones radiales y telefónicas, servicios básicos (energía y agua potable), y restablecimiento de viviendas, centros económicos y educacionales.

Áreas potencialmente afectadas y el grado potencial de las consecuencias esperadas: las áreas de afectación, en caso de una eventual emergencia, se identificaron mediante la estimación de la distancia peligrosa determinada ante el colapso hipotético del muro de contención del depósito, independientemente de la causa de tal colapso.

Cómo se está involucrando a la comunidad en el constante desarrollo y actualización del PPRE: respecto de la integración de las comunidades, cabe señalar que se considera la generación de espacios de capacitación a organismos públicos tales como: bomberos, profesionales de emergencia municipales, centros médicos cercanos u otros pertinentes, que incluyen principalmente los aspectos relacionados con evacuación y prevención. La división, junto a estos organismos, deben realizar las capacitaciones correspondientes a las comunidades aledañas a la operación.

9 Revisiones independientes

De acuerdo con los estándares internacionales y considerando que la clasificación de consecuencias adoptada del depósito es extrema (a pesar de no existir escenarios de falla creíbles), Codelco realiza Revisiones de Seguridad de Presas cada cinco (5) años a través de una empresa externa. La primera de ellas fue realizada en 2020 y se realizará una próxima revisión en 2025.

10 Capacidad financiera para enfrentar el cierre anticipado, recuperación y poscierre

De acuerdo con la Resolución Exenta Sernageomin N° 0169/2022 que aprueba el Plan de Cierre de División Andina, se presentaron los documentos que determinaron la tabla de garantías financieras para asegurar el cumplimiento de dicho Plan de Cierre. Los detalles de las garantías financieras presentadas y aprobadas por el Estado de Chile se encuentran disponibles en la Resolución Exenta en referencia.

Lo anterior confirma que para el presente año Codelco tiene la capacidad financiera adecuada para cubrir los costos estimados cierre planificado, y declara que éste deberá ser implementado íntegramente por la empresa minera o por el tercero que ella disponga a cuenta de esta durante la operación minera.