



PIUQUENES

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.....[10](#)
8. Plan de Preparación y Respuesta ante Emergencias.....[11](#)
9. Revisiones Independientes.....[13](#)
10. Capacidad Financiera para enfrentar el cierre anticipado, recuperación y post cierre.....[13](#)

1 Descripción de la instalación de relaves

El Tranque Piuquenes es parte de la División Andina (en adelante, DAND), y está 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.

La operación del tranque comenzó en el año 1970 y finalizó en 1980. Actualmente, el tranque se encuentra en desuso por lo que no presenta conducción ni se efectúa depositación de relaves en su cubeta. El depósito tiene una capacidad autorizada de 33 millones de toneladas, la cual ha sido alcanzada en su totalidad.

Cuenta con un muro de contención de 60 m de altura y 505 m de largo construido por medio de una única etapa utilizando el método aguas abajo, a partir de la fracción gruesa de los relaves provenientes del proceso minero, lo cual evita el uso de nuevos sitios para su obtención. Adicionalmente, el muro posee un espaldón de refuerzo construido en una etapa conformada con material granular de empréstito (detalles de diseño en el punto 5).

Todos los procesos involucrados en la vida útil de este depósito, 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 Tranque Piuquenes 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 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 Tranque Piuquenes 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 que 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.

Sobre la base de 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 del tranque fue construido a fines del año 1970 en una única etapa y en el año 1976 fueron peraltados sus 2 m finales, alcanzando una cota de coronamiento a la elevación de 2.157 m s.n.m. (Figura 5-1). El diseño de esta etapa consideró la utilización de arenas de relaves cicloneadas y compactadas usando el método de crecimiento de aguas abajo. Los taludes del depósito son 4,2:1,0 (H:V) aguas abajo y 2:1 (H:V) aguas arriba, respectivamente. El muro presenta una altura aproximada de 65 m y un ancho de coronamiento de 10 m.

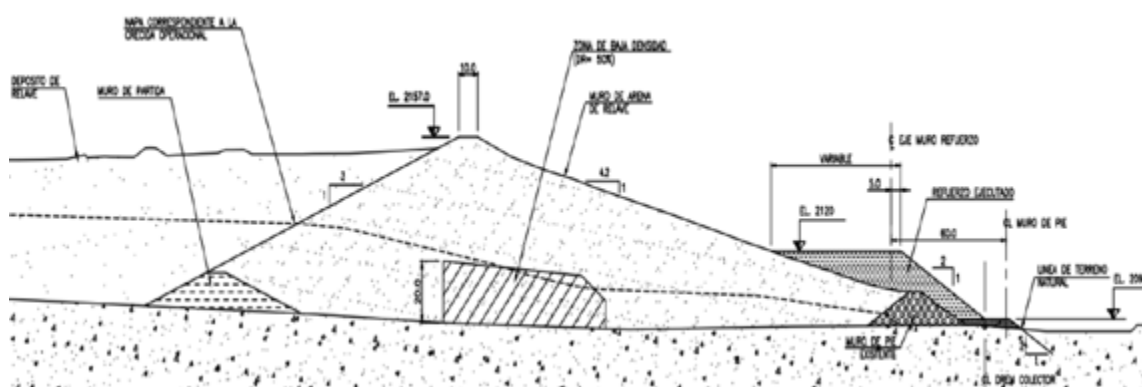


Figura 5-1: Sección tipo muro de tranque Piuquenes

El diseño del muro incluye además un muro de partida constituido de material de empréstito y un enrocado de pie. Con el fin de reforzar el muro principal, en 2009 se construyó la primera de dos (2) etapas de un espaldón de empréstito en el pie de las aguas abajo del tranque, que alcanzó la cota 2.120 m s.n.m.

El muro tiene un sistema de drenaje basal compuesto por una capa drenante de tipo fluvial, existiendo tres (3) tuberías de cemento comprimido puestas de tope y en forma longitudinal al interior de la capa fluvial. Cruza también bajo la cubeta y el muro otra tubería, correspondiente al ducto evacuador de aguas claras, sistema que actualmente no cumple su función original y actúa como drenaje del acuífero.

El diseño actualmente considera estudios sísmicos que permite verificar que el muro resiste 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 evacuar los caudales y volúmenes de escorrentía. Es importante mencionar que no está planificado continuar creciendo ni peraltando el muro.

La capacidad del depósito utilizada hasta diciembre de 2022 es de 33 millones de toneladas de relaves secos, ocupando un área de 0,98 km². La capacidad máxima aprobada de relaves es de 33 millones de toneladas de relave seco, en consecuencia, ha alcanzado la totalidad de su capacidad.

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 tranque de relaves Piuquenes

Instancia de revisión	Hallazgo	Medidas de mitigación
Informe de Desempeño Anual (IDA)	<ul style="list-style-type: none"> El Manual de Operación y Vigilancia (OMV) y el Plan de Respuesta ante Emergencias (EPRP) no se encuentran actualizados. Revisar los criterios con los cuales han sido establecidos los umbrales de alerta y alarma de la instrumentación del tranque. 	<p>Situación resuelta. Se actualizaron ambos documentos y se revisaron los criterios para los umbrales y alarmas.</p>
	<p>No existe programa de mantenimiento para los canales de Desvío Río Blanco y saneamiento de las quebradas El Chapo y N°15.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Situación resuelta. Se realizó programa de mantenimiento periódico en los canales de Desvío Río Blanco y de saneamiento de las quebradas El Chapo y N°15, a fin de controlar la acumulación de sedimentos. Se realizó limpieza de rodados y del crecimiento de la vegetación.
	<p>Los análisis de tránsito de crecida del tranque se encuentran incompletos.</p>	<p>Situación resuelta. Se complementaron los análisis de tránsito de crecidas para el depósito.</p>
	<p>Respecto al Ducto de Evacuación de Aguas Claras, se recomienda que para la definición de actividades futuras el foco de atención esté en el análisis de vulnerabilidad del ducto y que, a partir de sus resultados, se diseñe y programe un proceso de sellado seguro del mismo.</p>	<p>Situación resuelta. Todos los estudios se orientan a considerar la vulnerabilidad del ducto.</p>

Instancia de revisión	Hallazgo	Medidas de mitigación
<p>Revisión de Seguridad de Presas (RSP)</p>	<p>Conforme a la información existente las arenas que conforman el muro presentan un alto contenido de finos y una densidad relativa menor a la especificada del 70% en algunos sectores.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Situación resuelta. • Se actualizó análisis de estabilidad y deformaciones tomando las consideraciones del hallazgo, obteniéndose resultados satisfactorios para la condición modelada. Se iniciará (2023) campaña geotécnica que buscará complementar los datos para las modelaciones. Una vez terminada se actualizarán los análisis de estabilidad y deformaciones.
	<p>Los análisis de estabilidad y de deformaciones se encuentran desactualizados (a 2020) y no disponen de un adecuado respaldo de los parámetros geotécnicos del muro, los parámetros geotécnicos del suelo de fundación, los niveles freáticos, y el sismo de diseño.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Situación resuelta. • Se actualizó el estudio de riesgo sísmico (2021 y 2022). • Se actualizó análisis de estabilidad y deformaciones del muro (2021) considerando caso conservador para los niveles freáticos. • Se realizó campaña geotécnica en pie del muro (2022). • Se iniciará (2023) campaña geotécnica que buscará complementar los datos para las modelaciones. • Se actualizarán los análisis de estabilidad y deformaciones.
	<p>El estudio hidrológico que incorpora los efectos del Cambio Climático (realizado en 2019), presenta caudales de crecida mayores a los definidos para el diseño de las obras de evacuación (vertederos, canales).</p>	<p>Se actualizaron los criterios de evaluación de proyección de simulación con cambio climático, y se está realizando estudio complementario que permitirá evaluar de mejor manera el impacto del cambio climático.</p>
	<p>Ducto de Evacuación de Aguas Claras se encuentra dañado en algunos sectores y se desconoce su estado en toda su extensión. No hay constancia de algún análisis que permita indicar que podría ocurrir si colapsa, ya sea en la cubeta o al interior del muro.</p>	<p>Estudio y análisis se encuentra en desarrollo. En el intertanto se ha reconocido de mejor manera el estado del ducto en gran parte de su extensión (incluido la zona bajo el muro) e incorporado instrumentación (piezométrica, pozos de alivio, válvulas de control y otros).</p>
	<p>No están definidos cuantitativamente los umbrales de alerta (normal, extraordinario, contingencia y emergencia) para la lectura de la instrumentación en el muro de arenas. Tampoco existen umbrales para valores de parámetros hidroquímicos.</p>	<p>Situación resuelta. Umbrales ya definidos e incorporados en el manual de operación, mantenimiento y vigilancia.</p>

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

El Tranque Piuquenes cuenta con el seguimiento y monitoreo de los objetivos, controles y parámetros de desempeño del depósito, entre los que destaca el cumplimiento de los permisos ambientales y sectoriales adquiridos.

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

DAND está realizando análisis y evaluaciones técnicas para estudiar el potencial proceso de repulpeo de los relaves depositados en el Tranque Piuquenes hacia el Tranque Ovejería.

El Tranque Piuquenes 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 particular, la Resolución Exenta N° 0169, de fecha 03 de febrero del 2022, del Sernageomin que aprueba el Plan de Cierre de División Andina, se establece que partes de las instalaciones del Tranque Piuquenes quedarán como obras remanentes poscierre. Se define un Plan de Monitoreo y Seguimiento por 10 años, el cual contempla monitoreos trimestrales de la estabilidad química de las aguas superficiales y subterráneas, así como monitoreos anuales de su estabilidad física. Se considera también una medida de poscierre perpetua, que considera la mantención cada 10 años de la 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 Tranque Piuquenes, tomando 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 las 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 Tranque Piuquenes 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.