



CARÉN

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.....[8](#)
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 Depósito Carén se ubica en el distrito minero El Teniente (DET), en el sector cordillerano de la región Metropolitana, provincia de Melipilla, comuna de Alhué, a 42 km al poniente de la ciudad de Rancagua, 10 km al sur de la Villa Alhué, 135 km al suroeste de Santiago y a 75 km al sur de Melipilla. Inició operaciones en el año 1986 y actualmente se encuentra operando en su Etapa VII de crecimiento del Muro Principal, con una capacidad aprobada ambientalmente de 3.332 millones de toneladas secas. Los relaves depositados son del tipo convencional.

La forma en que el depósito opera considera el crecimiento paulatino de los muros perimetrales, los cuales son diseñados considerando los más altos estándares, en función de la necesidad de volumen de almacenamiento de relave. Actualmente, el depósito se encuentra en su Etapa VII de crecimiento del Muro Principal y en su Etapa I de crecimiento del Muro Auxiliar Sotelo, y se proyectan cinco etapas futuras de crecimiento para ambos muros para completar el volumen aprobado ambientalmente aproximadamente en 2058 (detalles de diseño en el punto 5).

Para la construcción de los muros se utilizan materiales de empréstito compactados, con metodología de construcción hacia aguas abajo, que garantizan la estabilidad y seguridad física y química.

Los relaves generados por la Planta Concentradora Colón se transportan de forma gravitacional a través de un Sistema de Transporte de Relaves (STR), tipo canal, hasta el Depósito Carén para su disposición final.

Para la ocurrencia de crecidas existe un vertedero de emergencia.

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 Depósito Carén 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 llevan a establecer las acciones necesarias para mantener niveles de seguridad aceptables.

Resultados de la evaluación de riesgos críticos vigente

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 de la evaluación 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 Depósito Carén 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. Los asentamientos humanos más cercanos son Santa María de Pincha, Camino el Llano, La línea, Parcelas de Pincha, Hijuelas de Pincha, Callejón Quilamuta, Quilamuta y Valdebenito, ubicados aproximadamente a una distancia de entre 7 y 15 km del depósito.

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 Principal, en sus etapas I a la IV, fue construido con base de un núcleo de baja permeabilidad en contacto directo con la laguna de aguas claras, apoyado de un espaldón de tierra con material de baja permeabilidad, y consideró además la construcción de un sistema de drenaje compuesto por un dren chimenea, el cual captaba los flujos eventuales que atravesaban el núcleo y los conducía hacia el dren basal, conectado horizontalmente con el exterior. A partir de la Etapa V, el Muro Principal cambió su configuración a un núcleo de material de baja permeabilidad apoyado sobre un espaldón de enrocado de alta permeabilidad y se reemplazó el dren chimenea por dos materiales de transición cuya función es evitar la migración de material fino del núcleo al enrocado. Además, el dren basal cambió a un relleno de material de alta permeabilidad en el sello de fundación. A partir de la Etapa VII, existe un cambio en la granulometría de los materiales y se incorpora una geomembrana en el talud aguas arriba para asegurar la impermeabilidad de los materiales y con ellos disminuir la potencialidad de filtraciones (Figura 5-1).

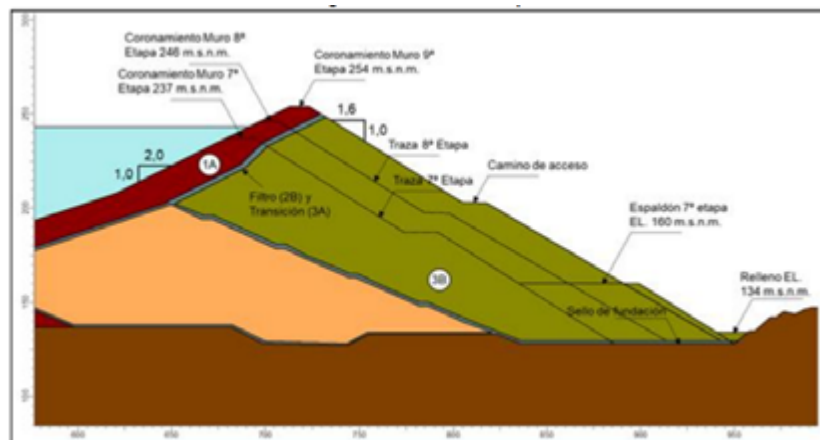


Figura 5-1: Sección Muro Principal Depósito de Relaves Carén

El Muro Auxiliar Sotelo es un muro de empréstito que inicia su construcción en la Etapa VII de crecimiento del Muro Principal. Tiene como objetivo cerrar el portezuelo existente en el sector sur del Cerro Sotelo. En su Etapa I está constituido por un núcleo de material

fino sobre el cual se instala una geomembrana en su cara aguas arriba, y para sus Etapas II a la IV estará constituido por los mismos materiales que el Muro Principal en sus etapas equivalentes (Figura 5-2).

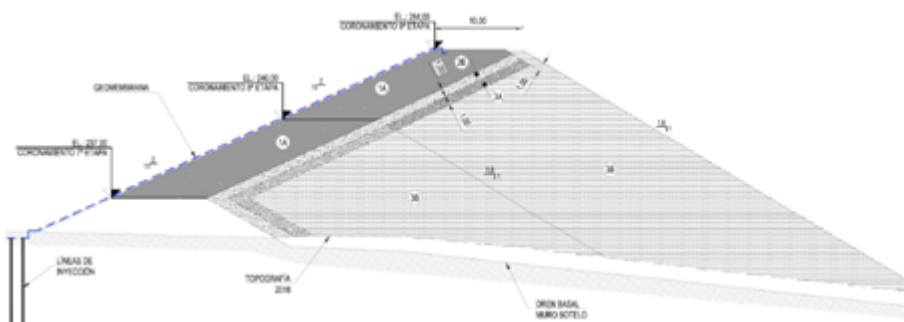


Figura 5-2: Sección Muro Auxiliar Depósito de Relaves Carén

Ambos muros fueron construidos usando el método de crecimiento de aguas abajo y las pendientes de los taludes utilizadas fueron de 2:1 (H:V) aguas arriba y 1,6:1 (H:V) aguas abajo.

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 el 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 1.544 millones de toneladas de relaves secos, ocupando un área aproximada de 24 km². La capacidad máxima aprobada de relaves es de 3.332 millones de toneladas secas.

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 2018), 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 Depósito de Relaves Carén.

Instancia de revisión	Hallazgo	Medidas de mitigación
Informe de Desempeño Anual (IDA)	Los riesgos identificados en el FMEA no han sido incorporados en la evaluación de riesgos de Codelco.	Situación resuelta. Los riesgos identificados en el FMEA han sido incorporados en la evaluación de riesgos a través de análisis de riesgos periódicos en los cuales se ha contado con la participación del Ingeniero de Registros.
Revisión de Seguridad de Presas (RSP)	Se identifica la necesidad de garantizar la correcta conexión de la instrumentación geotécnica durante el proceso de reubicación entre una etapa y otra.	Situación resuelta. Se desarrollaron procedimientos para el manejo Inter etapa de la instrumentación geotécnica del muro que, junto a los planes de instrumentación y las revisiones periódicas, garantizan la correcta conexión durante el proceso de reubicación de los instrumentos, entre una etapa y otra.

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

El Depósito Carén 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 Depósito Carén declara que tanto los compromisos operacionales adoptados como el estado de los permisos ambientales y sectoriales, se encuentran en estado de cumplimiento.

En la Tabla 7-1 se presenta el resumen de los principales compromisos relacionados con aspectos de seguridad del depósito. El seguimiento y cumplimiento de estos compromisos se logra a través de los procedimientos de gestión de riesgos, que identifica la descripción de la exigencia, Resolución de Calificación Ambiental (RCA) asociada, componente afectado, fase de cumplimiento, medio de verificación y frecuencia de verificación.

Tabla 7-1: Resumen Compromisos RCA

Compromiso	RCA Asociada	Seguimiento
Utilizar materiales acopiados durante la vida útil del proyecto en actividades de reforestación y/o mejoramiento de suelos en Hacienda Loncha.	RCA 880/2008	El material de escarpe y de poda con un manejo apropiado son utilizados en las actividades de reforestación y/o mejoramiento de suelos que se efectúen durante la vida útil del proyecto. Durante el 2022/2023, los materiales aptos fueron procesados a través de una chipeadora para obtener el producto triturado para que éste pueda ser utilizado y cuyo destino fue el sector de Carén Bajo en Hacienda Loncha, para continuar las actividades de reforestación y mejoramiento de suelos.
Cumplir con el Permiso Ambiental Sectorial del artículo 90 del reglamento del SEIA aplicable para el peraltamiento del Depósito.	RCA 880/2008	Este permiso hace relación con la obtención del PAS indicado en el punto 10.1 de la RCA 880/2008, el cual ya se encuentra otorgado a través del PAS 135 "Permiso para la construcción y operación de depósitos de relaves". Se cuenta con la aprobación del Sernageomin mediante la Res. N°1536/2021 y Res N°2318/2021 que aprueba el proyecto "Modificación construcción 7ª etapa embalse de relaves Carén", y el "Proyecto de construcción y operación 8ª y 9ª etapas de embalse Carén" respectivamente.
Dar a conocer Plan de Contingencia ante derrame de relaves a las comunidades de influencia del proyecto.	RCA 880/2008	Continuando con el proceso de acercamiento a las comunidades, está en desarrollo, la actualización de los Planes Comunales de Emergencia en las comunas donde esta variable de riesgo tiene influencia, En este documento se integrarán los distintos instrumentos de Gestión de Riesgo de Desastres desde la perspectiva de la respuesta, generando coordinación y estrategias conjuntas entre Codelco y los entes públicos responsables de cada territorio.

Compromiso	RCA Asociada	Seguimiento
<ul style="list-style-type: none"> Continuar realizando estudios en la Hacienda Experimental Loncha para evaluar el sistema agropecuario dado el uso de aguas del estero Carén para riego y producción animal. Acordar metodología con CONAMA. Difundir resultados a la comunidad. 	<p>RCA 880/2008</p>	<ul style="list-style-type: none"> Siguiendo con el proceso de estudio, actualmente se cuenta con un Convenio entre la DET y la Universidad de O'Higgins para desarrollar estudios e investigaciones complementarias en la Hacienda Experimental Loncha, con el fin de evaluar el uso de aguas del estero Carén para actividades de riego agrícola y producción animal. En desarrollo el estudio "Evaluación del efecto del uso de las aguas del Estero Carén sobre suelo agrícola y diferentes cultivos", a través de la ejecución de diferentes ensayos con distintas metodologías. Este convenio tiene un programa de 3 años en los cuales se comienza con Investigación, luego sensibilización para concluir en la Implementación con variables como la aplicación de mejoras, la utilización de mano de obra local, la evaluación de mejoras productivas y capacitaciones.

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 las mejores prácticas y conocimientos en respuesta ante emergencias para elaborar el Plan de Preparación y Respuesta ante Emergencia (PPRE) específico para el Depósito Carén, 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 Carén 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 depósito.

Algunos de sus principales contenidos son:

Recursos para actuar en caso de falla catastrófica: se dispone de un plan de acción comunitario de emergencias Depósito Carén, cartillas de emergencia con planes de acción ante eventos de emergencia frente a peligro de *overtopping*, *piping*, sismos o incendios, un protocolo de actuación inmediata y se definieron puntos de encuentro de emergencia. Algunos de los recursos mencionados en las cartillas de emergencia corresponden a: Ingeniero de Registro; maquinaria y personal disponible en la zona; torre de captación y *Morning Glory* operativos; instrumentación de piezómetro, limnómetro; equipos de emergencia de la división y locales; capacitación, etc.

Acciones para prepararse ante un evento creciente: se consideran programas de capacitación de personal para la operación segura del depósito y obras anexas, y para la correcta aplicación de los controles de operacionales y manejo adecuado de las situaciones de emergencia. Se debe considerar a todo el personal involucrado con operaciones en el área del depósito Carén. Los elementos mínimos deben ser considerados acorde a cada rol, incluyendo tanto a personas que puedan ser potencialmente afectadas, propios, terceros y comunidades. Esto estará dado por: reconocimiento de emergencias; identificar tipos de emergencias; conocimiento de las acciones a desarrollar durante la emergencia; entrenamiento para gestionar el plan de emergencia y evacuación; plan de acción, que incluya el contacto con instituciones gubernamentales; y tener claridad respecto del rol de recuperación que le toca a la división.

Acciones para responder después de que un evento catastrófico ha ocurrido: una vez que el equipo de control determine que la emergencia se ha estabilizado en un nivel seguro para la población, el comité de manejo de emergencia definirá, entre otros:

- Completar las medidas de protección y evacuación.
- Proceder con el conjunto medidas de remediación de las instalaciones, acordes con el tipo de incidente, destinadas a recuperar y mejorar las zonas afectadas.
- Propiciar la reinserción a la población en su dinámica social y económica después de la ocurrencia del evento.
- Evaluar el reinicio de las operaciones del Depósito de Relaves de Carén, si es el caso.

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; y monitoreo fisicoquímico del estero Carén hasta su desembocadura en el río Rapel.

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 2018 y se realizará una próxima revisión en 2023.

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

De acuerdo con la Resolución Exenta Sernageomin N° 409/2021, que aprueba el Plan de Cierre vigente de la Faena Minera División El Teniente, e incluye el Depósito Carén, 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.