PAMPA AUSTRAL

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 8

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 14

1 Descripción de la instalación de relaves

El Depósito de Relaves Pampa Austral (DRPA) se ubica en el distrito minero Salvador, en la región de Atacama, provincia de Chañaral, comuna de Diego de Almagro, aproximadamente a 60 km al poniente de la ciudad de El Salvador, 50 km de la ciudad de Chañaral y a 16 km al norte de la ciudad de Diego de Almagro. Inició sus operaciones en el año 1990 y actualmente se encuentra iniciando la operación del Proyecto Rajo Inca Etapa I. Los relaves depositados son del tipo convencional. La capacidad del depósito utilizada hasta diciembre de 2024 es de 339 millones de toneladas de relaves secos ocupando un área de 20 km2. La capacidad máxima aprobada de relaves es de 895 millones de toneladas secas.

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 operación de su Etapa V, y está en proceso de construcción de una nueva etapa asociada al proyecto Rajo Inca que considera tanto el crecimiento de los muros existentes como la construcción de muros nuevos, todos con metodología de construcción aguas abajo y considerando material de empréstito (detalles de diseño en el punto 5).

Los relaves generados por la Planta Concentradora de la División el Salvador se transportan de forma gravitacional a través de un Sistema de Transporte de Relaves (STR) hasta el Depósito Pampa Austral para su disposición final. En operación normal, la descarga se realiza en dos sectores de descarga del canal sur del STR.

Todos los procesos involucrados en la vida útil de este depósito, es decir diseño, construcción, operación, monitoreo, cierre y post cierre, 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 de Relaves Pampa Austral 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 Registro 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 Pampa Austral 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 potencial, 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 falla catastrófica, sobre la base del nivel de peligrosidad asociada a los impactos generados. En este sentido, el asentamiento humano potencialmente afectado más cercano es la ciudad de Chañaral, ubicada a aproximadamente 64 km de la instalación. Adicionalmente, se ha identificado el Parque Solar Javiera ubicado a 15 km.

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 Depósito Pampa Austral está constituido por un total de ocho muros: el Muro Principal y muros secundarios ubicados en los sectores Norte y Sur. Tanto el Muro Principal como los muros secundarios del depósito han sido construidos por etapas y su altura depende de la necesidad de almacenamiento (Figura 5-1). El diseño de todas las etapas (I a V) consideró la utilización de material de empréstito correspondiente a arena con gravas con un 15% de material fino bajo la malla #200 compactada usando el método de crecimiento de aguas abajo e impermeabilización con geomembrana HDPE de 1.5 mm de espesor en el talud aguas arriba. Respecto del sistema de drenaje de las etapas I a V, este contempla un sistema de drenes y dren alfombra en la parte central que descarga en un dren central.

En el caso de los materiales considerados para el peraltamiento de los muros (Proyecto Rajo Inca), este considera material de empréstito correspondiente a arena con gravas con un 18% de material fino bajo la malla #200. El sistema de impermeabilización considera para los muros Principal, Norte 1 y norte 2 un geosintético de arcilla GCL y geomembrana HDPE de 2 mm de espesor; y, para los Nuevos muros sur 1 y sur 2 lámina de geotextil de 400 gr/m2 y geomembrana HDPE de 2 mm de espesor. Respecto del sistema de drenaje en los muros Principal, Norte 1 y Norte 2 se da continuidad al sistema existente construido en etapas anteriores y, en el caso de los nuevos muros sur, está conformado por un dren inclinado, dren alfombra (manta drenante), dren longitudinal y piscina colectora.

Todos los muros poseen un ancho de coronamiento de 7 m, un talud aguas arriba de 2,5:1 (H:V) y un talud aguas abajo de 2:1 (H:V), para las etapas I a V y talud aguas abajo de 3:1 (H:V) para el peraltamiento considerado en el Proyecto Rajo Inca

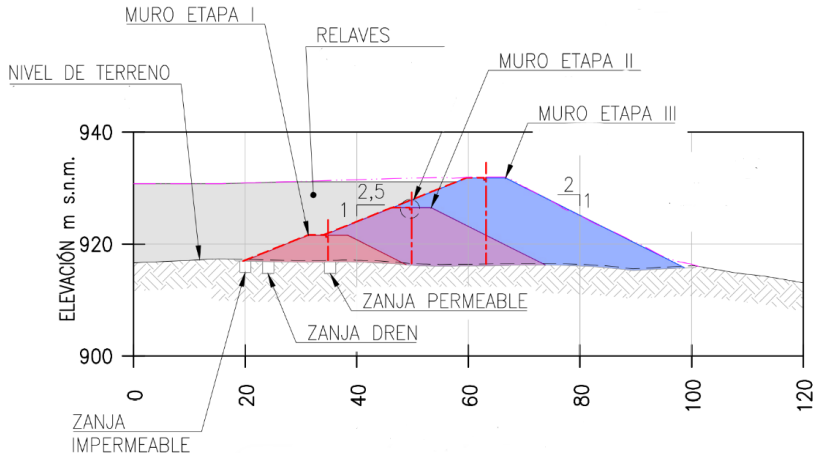

Figura 5-1: Sección Tipo Muro Depósito de Relaves Pampa Austral

Fuente: Plano Muro Principal, Etapas de Peraltamiento, Planta, Secciones y Detalles (Codelco, 2020)

Las diferentes Etapas de Construcción del Depósito Pampa Austral son descritas brevemente a continuación:

- Etapa I: se realizó entre 1989 y 1990, cuando se construyó el Muro Principal, dos estaciones de bombeo y el canal de aguas claras.

- Etapa II: se realizó entre 1994 y 1995, cuando se construyeron los muros Norte 1 y 2, el peralte del Muro Principal, entre otras obras.

- Etapa III: se realizó entre 1998 y 1999. Este proyecto de ampliación consideró un nuevo peralte del Muro Principal, un peralte en los muros Norte 1 y 2, entre otras obras.

- Etapa IV: se construyó entre 2004 y 2006. En esta ampliación se llevó a cabo la construcción de cinco muros en el sector sur del depósito y una derivación del actual canal de relaves.

- Etapa V: se comenzó en 2011 y se encuentra actualmente en operación. Consideró la construcción de peraltes en los muros Principal, Norte 1 y 2; una nueva estación de bombeo de aguas claras para reemplazo y estaciones de bombeo de aguas de drenaje en los muros Principal y Sur.

Además, se diseñaron y construyeron obras adicionales entre 2020 y 2022 que consideraron el mejoramiento de los sistemas de drenaje y captación de agua en los muros Sur 1, 2 y 3; y la construcción de los vertederos Norte en el estribo izquierdo del Muro Norte 1 y Sur sobre el Muro Sur 5.

El diseño 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 depositación de relaves desde la Planta Concentradora de la División el Salvador hacia el depósito se realiza por gravedad a través de una canaleta que forma parte de un Sistema de Transporte de Relaves. Esta canaleta se divide aguas arriba del depósito en dos ramas: Canal Norte y Canal Sur.

El proyecto de peraltamiento de muros correspondiente al Proyecto Rajo Inca, modifica la filosofía de depositación de relaves, la cual contempla distribuir un 75% de los relaves de manera gravitacional (desde la cola del depósito) y un 25% a través de un sistema de bombeo de relaves el cual depositará en distintas descargas por sobre los muros.

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 2024, 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 2024), 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 **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**:

Tabla 6-1: Resumen Revisiones Independientes Depósito de Relaves Pampa Austral

Instancia de revisión	Hallazgo	Medidas de mitigación
Informe de Desempeño Anual (IDA)	Actualizar y detallar el Plan de Llenado, considerando la condición del depósito actual, con sólo un vertedero operativo (en Nuevo Muro Sur 2), detallando los periodos de llenado denominados de "Transición" e "Intramuros", previos a la entrada en régimen del proceso de llenado mixto previsto por el PRI – Etapa 1.	En desarrollo. El Plan de Llenado está en proceso de actualización y considera el detalle de los periodos de transición e intramuros. Esto se está trabajando en conjunto con la Ingeniería de Registro, la Etapa 1 y Etapa 2 del proyecto.
	Verificar umbrales de niveles piezométricos, de los piezómetros existentes previos al PRI – Etapa 1, con la condición actual de los muros.	Situación resuelta. Se actualizaron los umbrales de niveles piezométricos durante el 2025, con la revisión del Ingeniero de Registro.
	Mantener monitoreo permanente de la instrumentación del depósito, incluyendo piezómetros, acelerómetros, inclinómetros y prismas topográficos, que permitan evaluar la condición de seguridad del depósito.	En desarrollo. El DRPA cuenta con monitoreo de instrumentación permanente incluyendo: piezómetros, inclinómetros, prismas topográficos y acelerógrafos. Sólo está pendiente la puesta en servicio de algunos acelerógrafos, los cuales están siendo entregados paulatinamente por el proyecto Rajo Inca.

Instancia de revisión	Hallazgo	Medidas de mitigación
Revisión de Seguridad de Presas (RSP)	Sin hallazgos relevantes.	

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

El Depósito Pampa Austral 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 a este seguimiento y monitoreo, la operación del Depósito Pampa Austral declara que tanto los compromisos operacionales adoptados como el estado de los permisos ambientales y sectoriales, se encuentran en estado de cumplimiento.

Según la última RCA N° 019 de 2020, la cual califica favorablemente el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto denominado “Rajo Inca”, se resolvió calificar favorablemente el proyecto que cumple con la normativa ambiental, incluidos los requisitos de carácter ambiental contenidos en los permisos ambientales sectoriales que se señalan en el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Los parámetros de monitoreo han sido definidos con el objetivo de verificar que las infiltraciones procedentes del DRPA se mantengan almacenadas bajo el depósito y su entorno cercano, sin desplazarse aguas abajo de la subcuenca Pampa Austral. Por lo tanto, la variable ambiental a controlar es la profundidad de los niveles freáticos y paralelamente se realiza un seguimiento de la hidroquímica-isotopía para evaluar posibles procedencias de las infiltraciones.

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 Pampa Austral, 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 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 Pampa Austral tiene como objetivo principal evitar o minimizar los daños causados a la vida, propiedad y al medioambiente, ante la ocurrencia de una emergencia. 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: el área de relaves será la encargada de determinar el nivel de la emergencia. Para los eventos de una brecha en el muro, se establecerán zonas seguras y albergues que permitirán la evacuación y abrigo de los pobladores afectados y trabajadores del área Pampa Austral. 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 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 Pampa Austral. 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 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 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 Pampa Austral, 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 de los cauces de agua afectados.

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 habilitación de puntos de encuentro ante emergencias (PEE) y 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. Además, se han realizado simulacros junto a las comunas de Diego de Almagro y Chañaral.

En los últimos dos años se han completado todos los programas del principio 13 y 14 del GISTM. Se llevaron a cabo simulacros con la participación de comunidades y autoridades, el depósito cuenta con un plan de preparación y respuesta ante emergencia y manual de emergencia vigente.

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 Relaves cada cinco (5) años como máximo. La primera de ellas fue realizada en 2020 (actualizada en 2024) y se realizará una próxima revisión en 2029, cuando estén terminadas las obras de peraltamiento de la primera etapa de proyecto Rajo Inca.

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

De acuerdo con la Resolución Exenta Sernageomin N° 2655/2022, que actualiza la aprobación del Plan de Cierre vigente de la Faena Minera División Salvador, e incluye el Depósito Pampa Austral, 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 del cierre, cierre anticipado, recuperación y post cierre planificados para la instalación de relaves y sus estructuras anexas.