



DECRETO N°: E-1848/2025 /

COLINA, 08 de julio de 2025

VISTOS: Estos antecedentes: **1)** Decreto Alcaldicio E-1925/2024, que aprueba el "Plan Comunal de Emergencia (PCE), Colina 2024-2026, y sus anexos. **2)** Decreto Alcaldicio N° E-1727/2025 de fecha 23 de junio de 2025 mediante el cual se solicita Incorporar al Plan Comunal de Emergencia (PCE) el nuevo Anexo Plan por Amenaza denominado "Vaciamiento no programado del Tranque de Relave Las Tórtolas" en la comuna de Colina; y, las atribuciones que otorga la Ley N° 18.695 Orgánica Constitucional de Municipalidades; Ley N° 19.880 sobre base de los procedimientos administrativos de los órganos de la administración del estado, y, Ley N° 20.285 sobre acceso a la información pública y su reglamento,

DECRETO:

Apruebase el texto refundido del **Plan Comunal de Emergencia (PCE), Colina 2024-2026**, y sus **Anexos**; los cuales se adjuntan y pasan a formar parte integrante del presente Decreto Alcaldicio:

- Anexo Plan por Amenazas (APA) de Inundación
- Anexo Plan por Amenazas de (APA) de Remoción en Masas.
- Anexo Plan por Amenazas de (APA) de Incendios Forestales
- Anexo Plan por Amenazas de (APA) de Vaciamiento no programado del Tranque de Relave Las Tórtolas

ANÓTESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE

FDO.) ISABEL VALENZUELA AHUMADA
Alcaldesa.

FDO.) DAVID VEGA BECERRA
Secretario Municipal (S)



DAVID VEGA BECERRA
SECRETARIO MUNICIPAL (S)
IVA/DVB/phf

DISTRIBUCIÓN:

- Dirección de Control
- Asesoría Jurídica
- Dirección de Riesgo del Desastre
- Dirección de Operaciones
- Dirección de Medio Ambiente
- Dirección de Aseo y Ornato
- Secretaria Municipal
- Ley de Transparencia
- Oficina de Partes y Archivo

	Ilustre Municipalidad de Colina	VERSION 1
	ANEXO – PLAN de AMENAZA por Tranque de Relave “Las Tórtolas”	Página 1 de 49
	Mayo 2025	

ANEXO
PLAN de AMENAZA por
TRANQUE DE RELAVE
“LAS TORTOLAS”
2025-2027

COLINA

	Ilustre Municipalidad de Colina	VERSION 1
	ANEXO – PLAN de AMENAZA por Tranque de Relave “Las Tórtolas”	Página 2 de 49
	Mayo 2025	

INDICE

1.	Introducción.....	3
1.1.	Objetivos General y Específicos.....	4
1.2.	Cobertura, Amplitud y Alcance.....	4
2.	Descripción de la Amenaza, Zonificación y Exposición.....	5
2.1.	Descripción de la Amenaza.....	5
2.1.1.	Descripción de la Amenaza por evento natural, por lluvias intensas.....	6
2.1.2.	Descripción de la Amenaza por evento súbito por terremoto.....	6
2.1.3.	Descripción de la Amenaza por falla operacional.....	7
2.2.	Zonificación de la Amenaza.....	8
2.3.	Análisis de la Exposición.....	11
2.3.1.	Zonificación según Población Expuesta.....	11
2.3.2.	Zonificación según Infraestructura Crítica.....	12
2.3.3.	Zonificación según Medio Ambiente Expuesto.....	12
3.	Coordinación – Procesos de la Fase de Respuesta.....	14
3.1.	Proceso 0 - Alerta y Monitoreo.....	14
3.1.1.	Acciones del Nivel Comunal por Tipo de Alerta.....	14
3.1.2.	Acciones Específicas en Alerta y Monitoreo.....	15
3.2.	Proceso 1 - Operaciones de Respuesta y Protección de Personas.....	17
3.2.1.	Sistema de Evacuación.....	18
3.2.2.	Recursos y Capacidades para la Evacuación.....	18
3.2.3.	Alertamiento a la Población.....	19
3.2.3.1.	Alertamiento a la población por evento natural, por lluvias intensas.....	20
3.2.3.2.	Alertamiento a la población por evento súbito por terremoto.....	20
3.2.3.3.	Alertamiento a la población por falla operacional.....	20
3.2.4.	Plano de Evacuación.....	20
3.2.5.	Proceso de Evacuación.....	24
3.3.	Proceso 2 – Aseguramiento y Atención de Necesidades Básicas.....	25
3.3.1.	Albergues de corta y/o de larga estadía.....	27
4.	Información Adjunta.....	28
4.1.	Levantamiento de las capacidades comunales.....	28
4.2.	Glosario Técnico.....	29
4.3.	Bibliografía.....	32
4.4.	Documentos Adjuntos.....	33
4.4.1.	Oficio N° 16 de SENAPRED, sugiere elaboración de APA de Relave.....	33
4.4.2.	Oficio Ordinario N° 1738 de SERNAGEOMIN, remite mapa de inundación.....	34
4.4.3.	Informe “Flash Rotura STR KM 61.850”, Mineroducto de Codelco hacia tranque Ovejería.....	44
4.4.4.	Oficio Ordinario N° 2674/2024 de SERNAGEOMIN.....	45

	Ilustre Municipalidad de Colina	VERSION 1
	ANEXO – PLAN de AMENAZA por Tranque de Relave “Las Tórtolas”	Página 3 de 49
	Mayo 2025	

1. Introducción

La existencia en el territorio de Colina de un tranque de relave minero en operación, Las Tórtolas (Anglo American), y atendiendo al Oficio N° 16 de SENAPRED RM con fecha 10 de febrero de 2024, donde se reitera la necesidad de establecer procesos de alerta y monitoreo, acciones específicas, operaciones de respuesta y protección de personas, su aseguramiento y atención de necesidades básicas, se establecen las condiciones iniciales para constituir el escenario de riesgo sobre el cual este Anexo Plan por Amenaza (APA) se activará y actuará. Este APA define las correspondientes articulaciones del sistema local de prevención y respuesta ante desastres, con el objetivo de reducir o disminuir el impacto de este tipo de eventos en la seguridad de las personas, sus bienes y el medio ambiente.

En el Oficio Ordinario N° 1738 de SERNAGEOMIN¹, se indican los datos técnicos “mínimos” para realizar el trabajo. Lo que se complementa con la información entregada a la autoridad comunal y en el Concejo Comunal el día 19 de julio de 2024, en sesión regular del mismo, con la participación de Anglo American, SERNAGEOMIN y SENAPRED RM, presentando la información técnica necesaria y con los respectivos mapas de inundación para la elaboración de este documento. La información que se indica fue igualmente, presentada al COGRID en reunión del día 09 de octubre de 2024.

De acuerdo con la información técnica presentada por Anglo American, se plantean 3 escenarios desfavorables, considerando siempre que el depósito de relave estaría en capacidad máxima de utilización, se establece la potencial falla que desencadene en un vaciamiento no programado por alguno de los siguientes eventos:

- a) **Evento natural, por lluvias intensas, con características de ser milenarias.**
- b) **Evento súbito por terremoto**
- c) **Evento por falla operacional**

Teniendo en consideración este escenario de riesgo, se establecen los mecanismos generales de actuación del Sistema Local de Prevención y Respuesta ante Desastres (SINAPRED a nivel local) según lo definido en el Plan Comunal de Emergencia. Finalmente, siguiendo los lineamientos oficiales y los principios de apoyo mutuo, coordinación y escalabilidad se estructura el APA por Tranque de Relaves Las Tórtolas, comuna de Colina, provincia de Chacabuco.

¹ Ver en subcapítulo 4.4.2. “Oficio Ordinario N° 1738 de SERNAGEOMIN, remite mapa de inundación” en página N° 2 Tabla N° 1 “Configuración del depósito Anglo American, Las Tórtolas.

	Ilustre Municipalidad de Colina	VERSION 1
	ANEXO – PLAN de AMENAZA por Tranque de Relave “Las Tórtolas”	Página 4 de 49
	Mayo 2025	

1.1. Objetivos General y Específicos

- **Objetivo General:**

Establecer las acciones para la fase de respuesta en situaciones de emergencia para la amenaza que contempla este plan, con el propósito de brindar protección a las personas, sus bienes y medio ambiente, en el territorio comunal, a través de la gestión y coordinación de recursos y capacidades de los organismos que correspondan y del Comité Comunal para la Gestión del Riesgo de Desastres (COGRID Comunal).

- **Objetivos Específicos:**

- Determinar y especificar la cobertura, amplitud y alcance del plan.
- Identificar la zona de peligro potencialmente afectada por un vaciamiento no programado del tranque de relave Las Tórtolas.
- Establecer cuál será el sistema de alertamiento y mecanismo de activación del plan.
- Identificar los sistemas de comunicación técnica e información a la comunidad y medios de comunicación.
- Identificar las vías de evacuación y zonas seguras donde debe acceder la población en caso del vaciamiento no programado del tranque de relave Las Tórtolas.
- Establecer la coordinación interinstitucional en función de la definición de los mandos, roles, funciones y fases operativas.

1.2. Cobertura, Amplitud y Alcance

- **Cobertura:** Zona norte de la comuna de Colina

- **Amplitud:** El presente plan será ejecutado por el Comité Técnico Municipal de Emergencia (COGRID Municipal), de manera permanente y otros convocados por la autoridad municipal.

- Alcalde/Alcaldesa, Municipalidad de Colina.
- Administración Municipal, Municipalidad de Colina.
- Dirección de Gestión del Riesgo de Desastres, Municipalidad de Colina.
- Dirección de Obras Municipales, Municipalidad de Colina.
- Dirección de Medio Ambiente, Municipalidad de Colina.
- Dirección de Desarrollo Comunitario, Municipalidad de Colina.
- Dirección de Operaciones, Municipalidad de Colina.
- Dirección de Aseo y Ornato, Municipalidad de Colina.
- Dirección de Seguridad Pública, Municipalidad de Colina.
- Dirección de Tránsito y Transporte Público.
- Dirección de Salud Corporación Municipal de Desarrollo Social de Colina.
- Dirección de Educación Corporación Municipal de Desarrollo Social de Colina.
- Unidad de Comunicaciones.
- Cuerpo de Bomberos de Colina – Lampa.
- 8ª Comisaría de Carabineros de Colina.
- Empresa Eléctrica en Colina (ENEL).
- Empresas de Agua Potable Rural (APR).
- Policía de Investigaciones, Colina y BRIDESMA
- Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) – Organismo Técnico
- Dirección Meteorológica de Chile (DMC)

	Ilustre Municipalidad de Colina	VERSION 1
	ANEXO – PLAN de AMENAZA por Tranque de Relave “Las Tórtolas”	Página 5 de 49
	Mayo 2025	

- Ejército de Chile (BOE)
 - Superintendencia del Medio Ambiente (SMA)
 - Servicio Agrícola Ganadero (SAG)
 - Delegación Presidencial Provincial de Chacabuco (DPP de Chacabuco)
 - Empresa Privada – Empresa Anglo American – Organismo Técnico
 - Representación de la empresa privada con asiento en la comuna.
- **Alcance:** Frente a una emergencia de este tipo, se coordinará con todos los organismos técnicos, de respuesta y/o colaboradores a nivel local, regional e inclusive nacional a fin de reaccionar de forma eficiente, eficaz para salvaguardar la vida y la integridad de las personas susceptibles de ser afectadas. Considerando que este anexo está bajo la premisa de información analizadas por el Organismo Técnico SERNAGEOMIN y preparada por Anglo American sobre el posible colapso de los muros del depósito de relave Las Tórtolas dentro de las simulaciones de colapso se indica que la totalidad de los muros, con llenado completo, tendría 3 posibles escenarios:
 - Evento natural, por lluvias intensas: Evento de precipitaciones que superaría la Precipitación Máxima Probable, y con una duración de 72 horas.
 - Evento súbito por terremoto: Sismo de gran magnitud por sobre los VIII (escala de Mercalli), con características de terremoto
 - Evento por falla operacional: Desviación en parámetros de controles críticos que activen niveles de emergencia superiores de acuerdo con planes de Anglo American.

2. Descripción de la Amenaza, Zonificación y Exposición

2.1. Descripción de la Amenaza

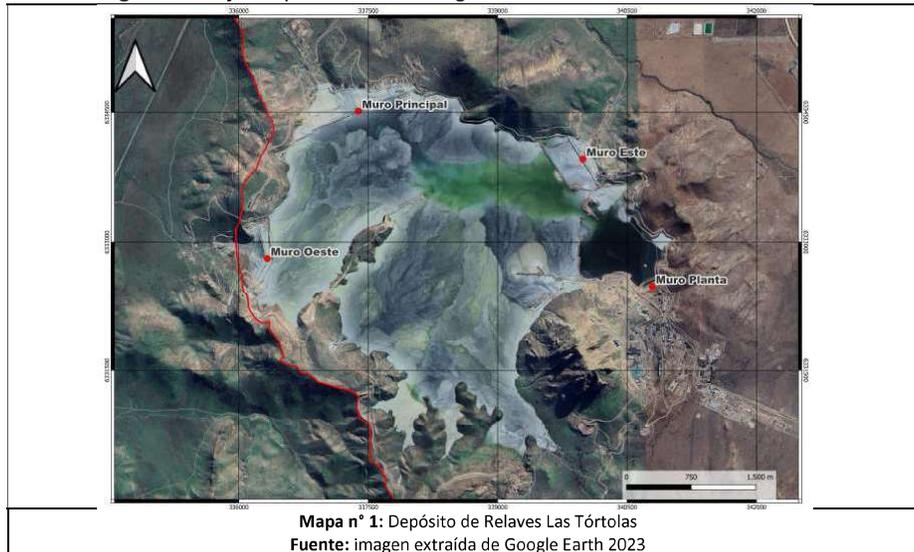
El tranque de relave Las Tórtolas está ubicado en la comuna de Colina en la Región Metropolitana a aproximadamente 8 km al norte de la plaza central de Colina. Es un depósito de relave que está actualmente en operación y es parte de la Mina Los Bronces, ambos de propiedad de Anglo American Chile. De acuerdo con lo informado por SERNAGEOMIN, El depósito de relave Las Tórtolas está construido con el tipo de muro “aguas abajo”, ya que son obras que incrementan su volumen y su altura por etapas, hasta alcanzar su capacidad de diseño. Tiene una capacidad máxima de diseño de 1,900 millones de toneladas métricas. De acuerdo con lo informado por el Concejo Minero, mantiene un promedio de 841.000 millones de toneladas de relave, equivalente al 44% de su capacidad proyectada de acuerdo con su vida útil informada, respecto a su capacidad máxima autorizada. A la fecha de este anexo cuenta con cuatro muros (Planta, Principal, Oeste y Este).

El escenario de vaciamiento no programado del tranque corresponde a una amenaza del tipo antrópico, respecto a esto el diseño y construcción del tranque de relaves Las Tórtolas ha considerado los más altos estándares de seguridad para garantizar su estabilidad física a corto y largo plazo (estática y sísmicamente). Para ello se ha considerado:

- Un adecuado soporte de las propiedades geotécnicas de los materiales de construcción para las sollicitaciones a las que estarán sometidos.
- Selección de materiales de empréstitos adecuados y su compactación.
- Un continuo monitoreo geotécnico del muro (niveles freáticos, deformaciones, etc.).
- Verificación de la estabilidad mediante métodos de equilibrio límite y dinámicos,

	Ilustre Municipalidad de Colina	VERSION 1
	ANEXO – PLAN de AMENAZA por Tranque de Relave “Las Tórtolas”	Página 6 de 49
	Mayo 2025	

según las mejores prácticas de la Ingeniería.



2.1.1. Descripción de la Amenaza por evento natural, por lluvias intensas

Para la configuración de un evento de vaciamiento no programado del tranque de relave Las Tórtolas, por precipitaciones extremas, un peor caso razonable considera el colapso del tranque por erosión interna inducida por inundación durante un evento de inundación extremo, como la Precipitación Máxima Probable (PMP), la que corresponde a la cantidad de precipitación máxima que puede ocurrir en un lugar durante un período determinado.

Al respecto se puede indicar la que la máxima precipitación histórica en la región metropolitana es de 111 mm en 24 horas, registrada el 03 de junio del año 2002.

El modelo de GOLDBER, utilizado por Anglo American para la proyección de falla probable considera un evento de precipitaciones de 72 horas PMP, lo que representa tres días seguidos con la precipitación indicada.

El contexto de un escenario de estas características debería activar el Sistema Nacional con anticipación suficiente para iniciar procesos de evacuación preventiva en el contexto del evento hidrometeorológico por afectación no solamente a Colina y posibles efectos sobre el tranque de relave Las Tórtolas, sino que es una emergencia de carácter regional y nacional que moviliza la totalidad de recursos en función de la respuesta.

2.1.2. Descripción de la Amenaza por evento súbito por terremoto²

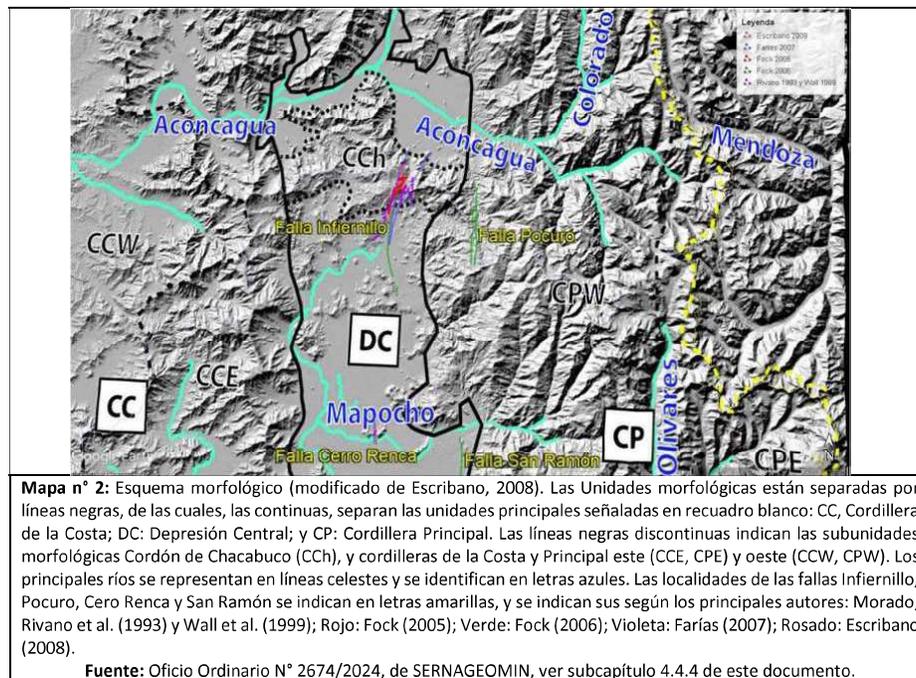
Ante un evento súbito, producto de un sismo de gran magnitud, se debe tener en consideración la presencia de un sistema de fallas geológicas presentes a lo largo del sector de la cuesta de Chacabuco, de manera paralela a la cordillera principal, donde estas

² Ver subcapítulo 4.4.4. Oficio Ordinario N 2674/2024 de SERNAGEOMIN

	Ilustre Municipalidad de Colina	VERSION 1
	ANEXO – PLAN de AMENAZA por Tranque de Relave “Las Tórtolas”	Página 7 de 49
	Mayo 2025	

estructuras presentan similares características entre sí con respecto a su traza (Aguirre, 1960). Se interpreta que las fallas Cerro Renca e Infiernillo se encuentran relacionadas entre sí mediante una estructura más grande, identificando estas fallas como segmentos de una estructura de escala regional (Fock, 2005 y 2006). A pesar de esto, no hay evidencias que indiquen que correspondan a una falla activa, pero los estudios de detalle que se requieren para poder determinar el estado de esta falla no se han realizado.

Los estudios que se han realizado en esta zona corresponden a los mostrados en la Mapa n° 2. Según el postulado de Fock en 2006, la falla no se encontraría exactamente bajo el depósito de relave, pero sí bastante cercano a este. Ante esta situación, se debe tener un monitoreo constante sobre los posibles cambios en la morfología de la zona, para lograr determinar si se activa alguna de las fallas. Por otro lado, no se tiene un estimado de a que profundidad se encuentran estas estructuras, por lo que no se podría estimar los daños que podría ocasionar la activación de las fallas Cerro Renca o la falla Infiernillo, ni la posible zona de afectación de falla que estaría abarcando.



2.1.3. Descripción de la Amenaza por falla operacional

La posibilidad de ocurrencia de una falla operacional está supeditada a la desviación de parámetros correspondientes a variables críticas de la operación.

Para la operación del tranque de relave Las Tórtolas y la detección temprana de cualquier desviación que pueda conducir a eventos de emergencia, existe un sistema de monitoreo y control operacional a partir del cual se definen un conjunto de controles críticos.

El monitoreo y control operacional del depósito se fundamenta en mantener en condición de operación normal las principales variables críticas de la operación. Anglo American ha

	Ilustre Municipalidad de Colina	VERSION 1
	ANEXO – PLAN de AMENAZA por Tranque de Relave “Las Tórtolas”	Página 8 de 49
	Mayo 2025	

definido un total de 18 controles críticos, de los cuales 10 de ellos alcanzan un nivel de Alerta Roja atribuible a un riesgo muy alto de falla.

Las variables incorporadas en estos controles son las siguientes:

- Altura de revancha durante operación normal
- Altura de revancha durante lluvias intensas
- Distancia mínima laguna muro durante operación
- Ancho de Coronamiento de los muros
- Nivel freático en muros
- Registros de deformaciones con inclinómetros
- Turbiedad del agua a la salida del sistema de drenaje
- Caudales de salida del sistema de drenaje muros

Como falla operación se podrán considerar los problemas que podrían ser causado por terceros fuera de los controles de Anglo American, tales como:

- Actos vandálicos,
- Actos terroristas,
- Accidentes aéreos o similares,

2.2. Zonificación de la Amenaza

Dentro de los antecedentes señalados por SERNAGEOMIN en el Ordinario N° 1738 y de la información presentada por Anglo American, se analizó el mapa de inundación ante un posible colapso de los muros, en dicho documento es posible identificar un área de inundación bajo el modelo “Dam Breach Analysis (DBA)³” utilizado por la consultora GOLDER contratada por Anglo American, para identificar una zonificación de la amenaza. Dentro de la modelación se proyecta el colapso individual de cada muro y su afectación respectiva, posteriormente se sobrepone cada modelo de afectación para definir el mapa de inundación.

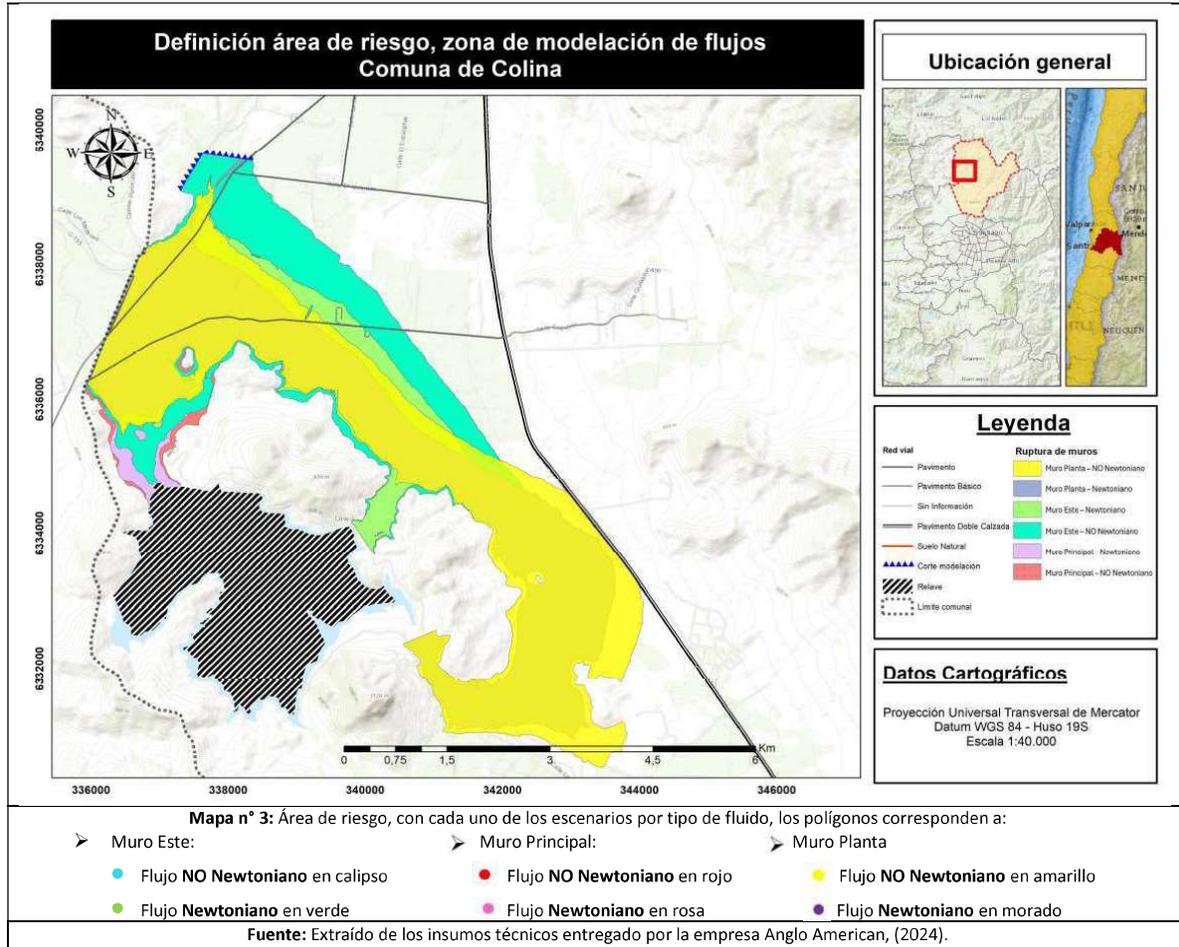
Dentro del estudio y plasmado en el mapa de inundación se plantean diferentes escenarios de vaciamiento del depósito de relave “Las Tórtolas”, separándola según el tipo de comportamiento que tendría el fluido del relave, el cual depende de la cantidad de líquido que exista al momento del colapso, modificando la viscosidad del fluido, y, por tanto, afectando el alcance que tendría este. Para la población de Colina los muros que afectarían serían el muro planta, muro este y muro principal. El muro oeste no tendría afectación directa para la comunidad de Colina.

Los fluidos corresponderían a:

- Un fluido de forma “Newtoniana” y
- Un fluido de forma “NO Newtoniana”.

En base a lo anterior, el siguiente mapa de inundación define la zona.

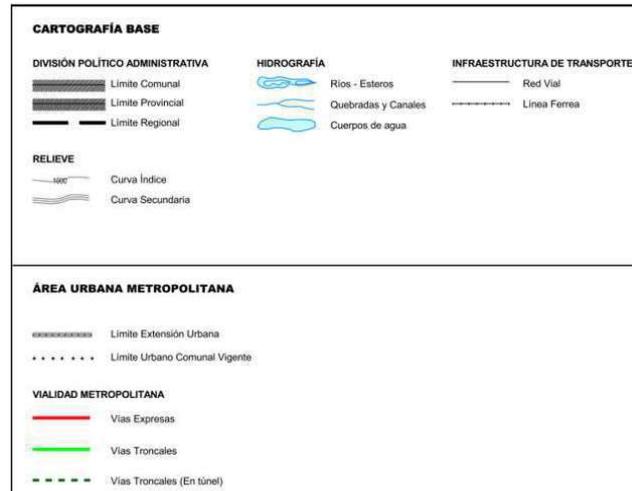
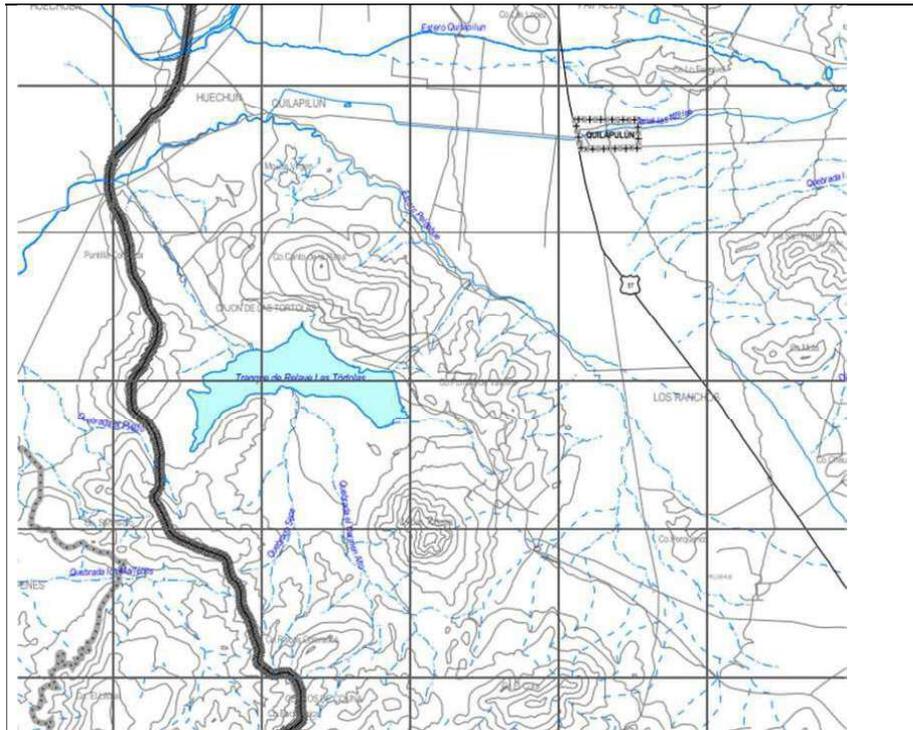
³ Ver en subcapítulo 4.4.2. “Oficio Ordinario N° 1738 de SERNAGEOMIN, remite mapa de inundación”.



Respecto a la afectación hacia la población (Ver Mapa N° 5) sería:

- **Nivel de Riesgo Alto:**
 - Quilapilún Bajo
 - Zona norponiente de El Colorado.
- **Nivel de Riesgo Moderado y/o Bajo**
 - Resto del Sector El Colorado

Con respecto al PRMS en base a las modificaciones realizadas en septiembre del 2012, en el área donde se encuentra emplazado el depósito de relave Las Tórtolas no se observa una simbología especial, excepto que está marcada como cuerpo de agua, no se considera tampoco un área de afectación ante el colapso de los muros u otra indicación.



Mapa n° 4: Extracto del PRMS, enfocado en la zona del depósito de relave Las Tórtolas

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, página N° 1

https://eae.mma.gob.cl/storage/documents/04_Anteproyecto-Planos_PRM_Santiago-104.pdf

Con respecto a la recopilación de antecedentes históricos sobre este tipo de amenaza en la comuna, tenemos:

- Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA), indica los siguientes eventos:

	Ilustre Municipalidad de Colina	VERSION 1
	ANEXO – PLAN de AMENAZA por Tranque de Relave “Las Tórtolas”	Página 11 de 49
	Mayo 2025	

- El 7 de febrero de 2016, ocurrió un accidente de carácter ambiental en la estación disipadora N° 1, de la empresa Anglo American, en donde se produjo la rotura del mineroducto que conllevó a un derrame de pulpa de un volumen estimado 1900 m³ que alcanzaron a la ribera del río Colina.⁴
- El 27 de marzo de 2019, ante una fiscalización no programada de la Superintendencia de Medio Ambiente, se evidenció afloramientos de aguas en el sector de construcción del dren del muro oeste del depósito.⁵
- Por la DGRD
 - El 13 de julio de 2023, en el mineroducto de CODELCO que transporta el material de relave a Ovejería (Sector Chacabuco), se produce la rotura de canaleta transportadora, KM 61.850, por “desprendimiento de roca desde ladera, rompiendo loseta y parte del coronamiento que cubre la canaleta, provocando obstrucción en el flujo y posterior fuga de relave”⁶

2.3. Análisis de la Exposición

2.3.1. Zonificación según Población Expuesta

La comuna de Colina cuenta con una población total en su territorio de 146.207 habitantes, (INE 2017). Para la zona de afectación antes descrita los sectores involucrados suman 1.216 habitantes correspondientes a la siguiente distribución, a su vez, se indica la cantidad de personas por sexo y cantidad de viviendas en el sector:

Comuna	Exposición	Sector	Población Total (CENSO 2017)	Cantidad		
				Hombre	Mujer	Viviendas
Colina	Alto	Quilapilún Bajo	195	96	99	64
Colina	Alto, Moderado y Bajo	El Colorado	1.021	530	491	336
Total			1.216	626	590	400

Tabla n°1: Información censal 2017 de población en sector norte de Colina, separada por sexo y cantidad de viviendas.
Fuente: Base de información INE censo 2017

Para el análisis de exposición, se considera el mapa de inundación según la envolvente mayor “NO Newtoniana” por el posible colapso de muros del depósito de relave “Las Tórtolas”, en base a esto se tiene relación directa con la amenaza de remoción en masa y/o inundación:

- **Población de Quilapilún Bajo**, la cual tiene una antigüedad desde los inicios del siglo XIX, siendo su población de residentes de varias generaciones, sus actividades laborales principalmente se desarrollan en actividades agrícolas o en empresas cercanas de diversos rubros y/o minera. A su vez, en la zona más agrícola de Quilapilún Bajo durante todo el año hay un gran número de personas flotantes que trabajan en los periodos de siembra y cosecha de los terrenos agrícolas.

⁴ Ver link: <https://snifa.sma.gob.cl/Fiscalizacion/Ficha/1004421> “Informe DFZ-2016-703-XIII-RCA-IA (1) (7).docx.”

⁵ Ver link: <https://snifa.sma.gob.cl/Fiscalizacion/Ficha/1051406> “IFA-Tranque Las Tortolas DFZ-2021-2180-XIII-RCA.pdf”.

⁶ Ven en subcapítulo 4.4.3.- Informe “Flash Rotura STR KM 61.850”, Mineroducto de Codelco hacia tranque Ovejería”, recibido por srta. Alcadesa Isabel Valenzuela Ahumada en correo electrónico con fecha 14/07/2023 13:37:35.

	Ilustre Municipalidad de Colina	VERSION 1
	ANEXO – PLAN de AMENAZA por Tranque de Relave “Las Tórtolas”	Página 12 de 49
	Mayo 2025	

- **Población de El Colorado**, la cual tiene una antigüedad desde los inicios del siglo XIX siendo su población de residentes de varias generaciones, sus actividades laborales se desarrollan en actividades agrícolas o en empresas cercanas de diversos rubros.

2.3.2. Zonificación según Infraestructura Crítica

Dentro del análisis de exposición se debe tomar particular atención y considerar todas aquellas infraestructuras críticas que se encuentren dentro de la zona de afectación, las que se detallan a continuación:

Nivel de Exposición (colapso de muro)	Tipo de Servicio	Subtipo / Nombre	Coordenadas Satelitales		Enlace de Ubicación
			Latitud	Longitud	
Muro Planta	Vialidad	Autopista Los Libertadores (Ruta 57) KM 30 hasta 32,2 KM	-33.128952° (KM 30)	-70.671683° (KM 30)	https://maps.app.goo.gl/pjfrV6XbFTHv3kX79 (KM 30)
			-33.114453° (KM 32,2)	-70.684194° (KM 32,2)	https://maps.app.goo.gl/E7vnSGZoUHxwFbGp9 (KM 32,2)
Muro Planta	Energía	Subestación Las Tórtolas	-33.142524°	-70.702283°	https://maps.app.goo.gl/udtbJkKmCoDvwaTW7
Muro Planta y Este	Aeródromo	Aeródromo de Peldehue	-33.119118°	-70.683386°	https://maps.app.goo.gl/e1w8NXJzqLorMe29A
Muro Planta y Este	Fuerzas Armadas	Polígono de Tiro	-33.122394°	-70.693135°	https://maps.app.goo.gl/P92KoRcQcMskO3GHA
Muro Este	Vialidad	Camino El Colorado con ruta 71	-33.072203° (KM 0,0)	-70.734732° (KM 0,00)	https://maps.app.goo.gl/zLvHrYw9SeqLSFRm9 (KM 0,0)
			-33.072659° (KM 0,34)	-70.731197° (KM 0,34)	https://maps.app.goo.gl/u8gwY7t883Wzi5G8 (KM 0,34)
Muro Planta, Este y Principal	Vialidad	Camino Ruta G-13 (Camino Quilapilún) KM 6,69 hasta 11,5 KM	-33.099675° (KM 6,69)	-70.757776° (KM 6,69)	https://maps.app.goo.gl/rCQ7hRMcwV3CnrUV9 (KM 6,69)
			-33.093715° (KM 11,5)	-70.708757° (KM 11,5)	https://maps.app.goo.gl/ahnH2jy2YKLvnxZKA (KM 11,5)
Muro Planta, Este y Principal	Agua	Copa de Agua – APR Quilapilún Bajo	-33.092798°	-70.727589°	https://maps.app.goo.gl/ZAMD7QbrA5XKwmxN9
Muro Planta, Este y Principal	Vialidad	Camino Ruta 71 (Camino Santa Teresa) KM 7,28 hasta 10,6 KM	-33.093640° (KM 7,28)	-70.754543° (KM 7,28)	https://maps.app.goo.gl/M2enh1o8Nw2UKZ79 (KM 7,28)
			-77.070584° (KM 10,6)	-70.732492° (KM 10,6)	https://maps.app.goo.gl/zLvHrYw9SeqLSFRm9 (KM 10,6)

Tabla n° 2: Infraestructura crítica a evaluar en caso de activarse este tipo de amenaza.

Fuente: Elaborado por Raúl Véliz Valenzuela profesional de la DGRD, antecedentes satelitales y ubicación: Google Earth y Maps (2025).

Respecto al proceso de restablecimiento y funcionamiento de alguna infraestructura crítica antes indicada será responsabilidad de la administración afectada, sea esta organismo público o empresa privada, quién tendrá que definir la planificación de recuperación para que dicho servicio o producto continúe apoyando a la comunidad como lo realizaba antes de efectuarse el evento.

2.3.3. Zonificación según Medio Ambiente Expuesto

De acuerdo con los medios físicos establecidos en el Diagnóstico Comunal PLADECO 2015-2019, en donde se describen los antecedentes geográficos de la Comuna, se puede indicar de acuerdo con la zona de interés:

	Ilustre Municipalidad de Colina	VERSION 1
	ANEXO – PLAN de AMENAZA por Tranque de Relave “Las Tórtolas”	Página 14 de 49
	Mayo 2025	

3. Coordinación – Procesos de la Fase de Respuesta

Este capítulo contiene el desarrollo de acciones específicas de coordinación entre instituciones, para responder a la amenaza contemplada en este anexo plan de amenaza, individualizando los organismos responsables de acuerdo con las acciones específicas respecto a esta amenaza en particular.

La coordinación de acciones de respuesta que se detallan en este anexo del plan se basa en los procesos de la fase de respuesta definidos en el plan de emergencia comunal, describiendo de manera específica de acuerdo con la amenaza los siguientes procesos:

Proceso 0 – Alerta y Monitoreo.

Proceso 1 – Operaciones de Respuesta y Protección de Personas.

Proceso 2 – Aseguramiento y Atención de necesidades básicas.

3.1. Proceso 0 - Alerta y Monitoreo

El Proceso 0 - Alerta y Monitoreo contempla las siguientes acciones:

- Acciones del nivel comunal de acuerdo con la declaración de alertas por parte del SENAPRED al SINAPRED, según el tipo de amenaza y la información proporcionada por los respectivos organismos técnicos para su monitoreo.
- Acciones específicas del nivel comunal en el Proceso 0 - alerta y monitoreo, por parte de los organismos que forman parte del plan.

3.1.1. Acciones del Nivel Comunal por Tipo de Alerta

Este proceso contempla las siguientes acciones:

Tipo Alerta	Acciones a Realizar	Responsable (s)
Verde – Temprana Preventiva	Ejecución de monitoreo de controles críticos, de acuerdo con los planes de Anglo American	Empresa Anglo American
	Definición del nivel de alerta , de acuerdo con la ejecución de controles críticos, en caso de que corresponda.	Empresa Anglo American
	Entrega antecedentes técnicos del estado de operación del Tranque Las Tórtolas de acuerdo con observación de parámetros de controles críticos	Empresa Anglo American
	Prepara informe preliminar sobre el desarrollo del estado de Alertamiento de acuerdo con información técnica recibida	Director de GRD
	Entrega de información a la comunidad, a organismos técnicos y los medios de comunicación	<ul style="list-style-type: none"> • Empresa Anglo American • Coordinación de generar reuniones informativas con la comunidad: Director de GRD
Amarilla	Definición de Nivel de Alerta, de acuerdo con ejecución de controles críticos, en caso de que corresponda.	Empresa Anglo American
	De acuerdo con ejecución de controles y planes existentes, informar a autoridades técnicas y municipales sobre variación en parámetros técnicos.	Empresa Anglo American
	Convocatoria COGRID Comunal	<ul style="list-style-type: none"> • Alcalde/Alcaldesa • Director de GRD
	Preparación proceso de evacuación, de acuerdo con requerimiento del Organismo Técnico: <ul style="list-style-type: none"> • zonas seguras • vías de evacuación • puntos de encuentro • zonas de evacuación • centros de acopio • albergues de larga estadía 	<ul style="list-style-type: none"> • Empresa Anglo American • Alcalde/Alcaldesa • Director de GRD

	Ilustre Municipalidad de Colina	VERSION 1
	ANEXO – PLAN de AMENAZA por Tranque de Relave “Las Tórtolas”	Página 15 de 49
	Mayo 2025	

Tipo Alerta	Acciones a Realizar	Responsable (s)
	<ul style="list-style-type: none"> etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Organismo Técnico (SERNAGEOMIN y/o DMC) Empresa Anglo American Director de GRD.
	Prepara consolidado sobre el avance del evento inusual de Nivel 2 Falla Potencial.	<ul style="list-style-type: none"> Organismo Técnico (SERNAGEOMIN y/o DMC) Empresa Anglo American Director de GRD.
	Entrega de información a la comunidad y los medios de comunicación	<p>QUIEN ENTREGA LA INFORMACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> Empresa Anglo American Organismo Técnico <ul style="list-style-type: none"> ✓ SERNAGEOMIN ✓ DMC) <p>LA COORDINACIÓN SERA DE</p> <ul style="list-style-type: none"> Reuniones informativas con la comunidad: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Director de GRD Reuniones con los medios de comunicación: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Alcalde/Alcaldesa ✓ Director de GRD
Coordinación con asociaciones, propietarios y/o encargados según afectación de la amenaza: <ul style="list-style-type: none"> Canalistas Condominios Propiedad privada Empresa privada Fuerzas Armadas 	<ul style="list-style-type: none"> Alcalde/Alcaldesa Director de GRD Propietario o Administrador del lugar afectado 	
Roja	Definición de nivel de alerta, de acuerdo con la ejecución de controles críticos, en caso de que corresponda	Empresa Anglo American
	De acuerdo con ejecución de controles y planes existentes, informar a autoridades técnicas y municipales sobre variación en parámetros técnicos.	Empresa Anglo American
	Ejecución de medidas de respuesta a la emergencia	Organismos de Respuesta
	Convocatoria COGRID Comunal	<ul style="list-style-type: none"> Alcalde/Alcaldesa Director de GRD
	Solicitud de movilización de recursos requeridos	<ul style="list-style-type: none"> Alcalde/Alcaldesa Director de GRD Organismos de Respuesta
	Entrega de información a la comunidad y medios de comunicación	<p>QUIEN ENTREGA LA INFORMACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> SERNAGEOMIN <p>LA COORDINACIÓN SERÁ DE</p> <ul style="list-style-type: none"> Reuniones informativas con la comunidad: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Director de GRD Reuniones con los medios de comunicación: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Alcalde/Alcaldesa ✓ Director de GRD
Coordinación con asociaciones, propietarios y/o encargados según afectación de la amenaza: <ul style="list-style-type: none"> Canalistas Condominios Propiedad privada Empresa privada Fuerzas Armadas 	<ul style="list-style-type: none"> Alcalde/Alcaldesa Director de GRD Propietario o Administrador del lugar afectado 	

Tabla n° 3: Descripción de acciones a nivel comunal de acuerdo con el tipo de alerta.
Fuente: Tabla N° 1 del instructivo para la formulación del APA – Adaptado por Raúl Véliz Valenzuela profesional de la DGRD (2025)

3.1.2. Acciones Específicas en Alerta y Monitoreo

Estas acciones específicas para realizar serán según la definición del Proceso 0 – Alerta y Monitoreo, en función de esta amenaza contemplada. Las acciones especificadas se desarrollan a partir de la siguiente tabla:

	Ilustre Municipalidad de Colina	VERSION 1
	ANEXO – PLAN de AMENAZA por Tranque de Relave “Las Tórtolas”	Página 16 de 49
	Mayo 2025	

Acciones	Descripción	Responsable (s)
Entrega de información técnica	Entrega de información técnica de la operación del tranque de relave en caso de desviaciones en controles críticos que hagan escalar el nivel de alerta a algún nivel de emergencias.	Anglo American
Difundir avisos/alertas/alarmas al SINAPRED nivel Comunal	Se deberá mantener informada al SINAPRED a nivel comunal a través de los medios tecnológicos disponibles, tales como: <ul style="list-style-type: none"> • VHF portátil – base, telefonía de IP y de celular 	QUIEN ENTREGA LA INFORMACIÓN <ul style="list-style-type: none"> • SERNAGEOMIN LA DIFUSIÓN SERÁ DE: <ul style="list-style-type: none"> • Director de GRD • Encargada de la Unidad de Comunicaciones
Comprobar disposición de stock crítico	Se debe mantener un stock crítico de la Primera Ayuda Municipal: <ul style="list-style-type: none"> • Kit de camarotes y ropa de cama (10 kit) • Kit de higiene personal (10 kit) • Kit de utensilios de cocina (5 kit) • Cortes de Polietileno 2x2 dobles (50 unidades) 	Director de GRD
Alertamiento a la población	La difusión de las alertas y monitores deben informarse mediante los medios adecuados (RRSS, radio, TV local, y otros) junto a folletería como trípticos o dípticos con información atingente	QUIEN ENTREGA LA INFORMACIÓN <ul style="list-style-type: none"> • SERNAGEOMIN LA COORDINACIÓN SERA DE <ul style="list-style-type: none"> • Reuniones informativas con la comunidad: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Director de GRD • Reuniones con los medios de comunicación: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Encargada de la Unidad de Comunicaciones.
Reforzar el monitoreo	Monitorear todos los puntos críticos que se han identificado para dicha alerta	<ul style="list-style-type: none"> • Empresa Anglo American • SERNAGEOMIN
Activar COGRID municipal de respuesta	Reunión de coordinación municipal, para ver disponibilidad de respuesta y cómo será abordada el aviso/alerta/alarma	<ul style="list-style-type: none"> • Alcalde/Alcaldesa • Administrador Municipal • Director de GRD
Activar plan de emergencia y anexos	En una emergencia Menor, Mayor, Desastre o Catástrofe	<ul style="list-style-type: none"> • Alcalde/Alcaldesa • Director de GRD
Levantar, recopilar y evaluar situación en terreno	Se hace presencia en el lugar de la emergencia	<ul style="list-style-type: none"> • Empresa Anglo American • SERNAGEOMIN • Director de GRD
Sistematizar información preliminar del evento	Recopilar la información del evento y preparar para ser enviada a las distintas autoridades	<ul style="list-style-type: none"> • Empresa Anglo American • Director de GRD
Convocar COGRID Comunal	En una emergencia Menor, Mayor, Desastre o Catástrofe	<ul style="list-style-type: none"> • Alcalde/Alcaldesa • Director de GRD
Elaborar informes ALFA en caso de afectación	Recaudar la información de la emergencia, se confecciona ALFA y notifica a las autoridades	Director de GRD
Evaluar disposición y estados de albergues en función de la amenaza	Se debe visitar el estado de los albergues de larga estadía: <ul style="list-style-type: none"> • Definir capacidad de camas; • Disposición de baños y duchas • Disposición de casino y comedores 	<ul style="list-style-type: none"> • Alcalde/Alcaldesa • Director de GRD • Director de Educación de la Corporación Municipal de Desarrollo Social
Determinar áreas de afectación	De acuerdo, al mapa de inundación por remoción en masa definido por la Empresa Anglo American y aprobado por el Organismo Técnico SERNAGEOMIN	<ul style="list-style-type: none"> • SERNAGEOMIN • Director de GRD • Organismos de Respuesta
Ejecutar estrategia comunicacional para entrega de información a la comunidad y medios de comunicación	La concientización de la Gestión del Riesgo de Desastres y como está afecta a la comunidad, sus pro y contras	<ul style="list-style-type: none"> • Unidad de Gestión Administrativa y Técnica (UGAT) • Unidad de Prevención Comunitaria
Determinar cursos de acción de organismos del nivel comunal	La decisión de cual acción debe ejecutarse 1° y luego continuar con los procesos	<ul style="list-style-type: none"> • Organismos de Respuesta • Alcalde/Alcaldesa • Director de GRD

Tabla n° 4: Acciones y Responsables del Proceso O – Alerta y Monitoreo

Fuente: Tabla N° 2 del instructivo para la formulación del APA – Adaptado por Raúl Véliz Valenzuela profesional de la DGRD (2025)

	Ilustre Municipalidad de Colina	VERSION 1
	ANEXO – PLAN de AMENAZA por Tranque de Relave “Las Tórtolas”	Página 17 de 49
	Mayo 2025	

3.2. Proceso 1 - Operaciones de Respuesta y Protección de Personas

El Proceso 1 - Operaciones de Respuesta y Protección de Personas considera las siguientes estructuras:

- **COGRID Comunal en la fase de respuesta y rehabilitación:** Estructura de coordinación, definida por ley, con función operativa, para la priorización de requerimientos del Mando Conjunto en Terreno y zonas afectadas por la emergencia.
- **Unidades de Alerta Temprana (UAT):** Estructura de nivel regional que coordina acciones de apoyo a la respuesta, consolida y emite información relacionada al evento en curso (informes, alertas, etc.), entre otras funciones. En relación con esta estructura, el nivel comunal debe informar, a través de la respectiva delegación presidencial provincial (según corresponda), de la afectación, coordinación de acciones de respuesta por el Mando Conjunto en Terreno y Comité Comunal, empleo y solicitud de recursos, entre otros, mediante los instrumentos del Sistema de Evaluación de Daños y Necesidades.
- **Mando Conjunto en Terreno (MCT):** Estructura de coordinación en terreno, integrada por los mandos de Autoridad, Coordinación y Técnico, este último de acuerdo con la amenaza abordada en este anexo del plan (para su funcionamiento no es requisito que esté integrado por los tres tipos de mando). Su función es establecer las directrices y coordinación de acciones de respuesta, empleo y solicitud de recursos, levantamiento de información, entre otras acciones.

Las principales estructuras definidas: Comité Comunal, CAT Regional y MCT, de acuerdo con sus funciones, deben coordinarse en el nivel comunal, de acuerdo con la amenaza contemplada por el plan.

Coordinación de acciones de nivel comunal:

Las acciones específicas de este proceso y sus responsables se describen a continuación:

Acciones	Descripción	Responsable (s)
Complementar las acciones de acuerdo con Protocolo entre ONEMI y SERNAGEOMIN (Resolución Exenta n° 1363 del 24-08-2020)	Se coordinarán las acciones de acuerdo con los protocolos para eventos de emergencias en depósitos o tranques de relaves	COGRID Comunal
Levantamiento de información de la afectación y acciones de respuesta en curso	Es quien asiste a la emergencia declarada, recauda información para confeccionar el ALFA	ENTREGA INFORMACIÓN TÉCNICA: <ul style="list-style-type: none"> • Empresa Anglo American • SERNAGEOMIN RECAUDADORA DE ANTECEDENTES DE LA POBLACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> • Empresa Anglo American • Director de GRD
Análisis, evaluación y priorización de acciones de respuesta y recursos	El COGRID Comunal realizara un análisis con la información recaudada para evaluar las acciones de respuesta	COGRID Comunal
Solicitud de recursos y capacidades para la respuesta	De acuerdo con la gravedad de la emergencia y su magnitud, se solicitará a SENAPRED los	<ul style="list-style-type: none"> • Alcalde/Alcaldesa • Director de GRD

	Ilustre Municipalidad de Colina	VERSION 1
	ANEXO – PLAN de AMENAZA por Tranque de Relave “Las Tórtolas”	Página 18 de 49
	Mayo 2025	

Acciones	Descripción	Responsable (s)
	recursos y coordinación con los organismos técnicos y de respuesta	
Convocatoria del COGRID Comunal	En emergencias de nivel mayor, desastre o catástrofe	<ul style="list-style-type: none"> Alcalde/Alcaldesa Director de GRD
Elaboración de informes ALFA	Confección de informe ALFA y remitir a autoridades respectivas	Director de GRD
Apoyo en el control del evento destructivo	Se solicitará apoyo de maquinaria pesada para acciones de limpieza, despeje y de ser necesario la evaluación de los lugares afectados	<ul style="list-style-type: none"> Alcalde/Alcaldesa Director de GRD Director de Operaciones Directora de Aseo y Ornato Director de Obras Municipales
Activación del proceso de evacuación	Según evaluación de organismos de respuesta o técnico	<ul style="list-style-type: none"> Alcalde/Alcaldesa Director de GRD
Activación del uso de albergues tras proceso de evacuación	De acuerdo con el grado de la emergencia, la ubicación del evento y su magnitud se dispondrá de los albergues catastrados y que cuenten con la implementación requerida de acuerdo con las inspecciones previas	<ul style="list-style-type: none"> Alcalde/Alcaldesa Director de GRD Director de Educación de la Corporación Municipal de Desarrollo Social
Activar y coordinar apoyo en búsqueda y rescate de personas	Según evaluación de organismos de respuesta o técnico	<ul style="list-style-type: none"> Organismos Técnico y/o de Respuesta Director de GRD Directora de Seguridad Pública
Apoyo en el rescate de mascotas y animales de compañía	Según población afectada, se solicitará apoyo a la Dirección del Medio Ambiente y/o organizaciones privadas	<ul style="list-style-type: none"> Director de GRD Director (S) de Medio Ambiente
Activar y coordinar equipos técnicos especializados	Se coordinarán acciones con organismos técnicos y colaboradores especializados (MOP, DGA, DOH, SERNAGEOMIN, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> Alcalde/Alcaldesa Director DGRD Organismos Técnico y/o de Respuesta
Apoyo a servicios críticos de salud	Se solicitará el apoyo de instituciones colaboradoras como Cruz Roja, Defensa Civil, Búsqueda y Rescate, entre otras. En el caso de FFAA a través de los procedimientos vigentes entre SENAPRED y EMCO Regional, la activación y coordinación se realizarán a través de SENAPRED RM	<ul style="list-style-type: none"> Alcalde/Alcaldesa Director de GRD
Activación y coordinación de equipos de voluntarios de ayuda humanitaria presentes en la comuna	En coordinación con encargados de Cruz Roja y Defensa Civil en Colina	<ul style="list-style-type: none"> Director de GRD Organismos de Técnicos y/o de Respuesta
Tabla n° 5: Acciones y Responsables del Proceso 1 – Operaciones de Respuesta y Protección de Personas <ul style="list-style-type: none"> Fuente: Tabla N° 3 del instructivo para la formulación del APA – Adaptado por Raúl Véliz Valenzuela profesional de la DGRD (2025) 		

3.2.1. Sistema de Evacuación

El Sistema de Evacuación corresponde a la estructura, componentes y sus relaciones que permiten la evacuación de las personas por el riesgo directo o potencial que implica la exposición a la amenaza específica abordada en este plan. Está compuesto por área de evacuación, vías de evacuación, puntos de encuentro, puntos de encuentro transitorios, área de seguridad, área de restricción, señalización, procedimientos, procesos, recursos humanos y materiales.

Nota: En el caso de algunas amenazas como por ejemplo incendios forestales, transporte de materiales peligrosos o amenaza sísmica, por sus características no es posible definir su área de evacuación de manera preliminar.

3.2.2. Recursos y Capacidades para la Evacuación

Al tratarse de un nivel de amenaza con potencial de generar una emergencia del nivel “emergencia

	Ilustre Municipalidad de Colina	VERSION 1
	ANEXO – PLAN de AMENAZA por Tranque de Relave “Las Tórtolas”	Página 19 de 49
	Mayo 2025	

mayor” o “catástrofe”, en donde se requiere de la coordinación de todos los componentes señalados en el Plan Comunal de Emergencia, este estará compuesto por un Mando Conjunto en Terreno (MCT), quienes ejercerán el liderazgo.

El personal y los vehículos tanto de Carabineros de Chile como de Seguridad Pública cuyo accionar permitirá la habilitación de las vías, de acercamiento y de evacuación.

Los funcionarios certificados deberán aplicar la Ficha Básica de Emergencia (FIBE) un catastro de personas afectadas con el fin de establecer el número de personas y viviendas afectadas.

Se designarán los centros de acopio y albergues de corta y/o larga estadía necesarios conforme sea requerido y dentro de la capacidad municipal. Se deberán contar con los vehículos necesarios para transporte de persona como también para apoyar en la habilitación de las vías.

En temas de salud, se debe poner a disposición de la emergencia, de personal y equipo para la atención de los afectados y/o de un eventual traslado de urgencia.

A nivel comunal y de forma escalonada, se levantarán las necesidades de recursos y capacidades que apoyen las acciones de respuestas, especialmente las asociadas al proceso de evacuación de las comunidades, las que debe complementar y ser priorizadas por el COGRID Comunal considerando que dada la magnitud del evento es necesario y relevante escalar las acciones de coordinación de recursos y capacidades a nivel provincial, regional y nacional a través de SENAPRED

3.2.3. Alertamiento a la Población

El Proceso de monitoreo permanente de las condiciones de operación del Tranque son de responsabilidad de Anglo American, de acuerdo con sus procedimientos y protocolos, particularmente el de monitoreo de controles críticos. Anglo American, en caso de presentarse una desviación significativa que pueda llegar a generar un escenario de vaciamiento no programado, informará al organismo técnico, en este caso a SERNAGEOMIN, quienes evaluarán y generarán la información a SENAPRED y este último a través de la Unidad de Alerta Temprana (UAT) declararán la alerta amarilla o roja según la evolución del evento.

Sea cual fuere la emergencia, Anglo American y SERNAGEOMIN recurrirán al conducto regular establecido cuya información última deberá ser comunicada a las autoridades locales como a la comunidad expuesta.

Por lo anterior, se establecerán coordinaciones con instituciones, como Carabineros y Bomberos, además de vehículos institucionales (Dirección de Seguridad Pública, SAPU) quienes, a través de megáfonos y sirenas, desarrollarán la labor de alertar a la población y orientar de acuerdo con el desarrollo del evento y el nivel de escalamiento que vaya adquiriendo la emergencia.

Por último, considerando que se plantean 3 escenarios desfavorables y que pudiesen generar un colapso total de los muros, es que el alertamiento a la población se dará en los siguientes contextos:

	Ilustre Municipalidad de Colina	VERSION 1
	ANEXO – PLAN de AMENAZA por Tranque de Relave “Las Tórtolas”	Página 20 de 49
	Mayo 2025	

3.2.3.1. Alertamiento a la población por evento natural, por lluvias intensas

Ante la ocurrencia de un evento de precipitaciones extraordinarias que pudiesen activar el vaciamiento No programado, el organismo técnico, Dirección Meteorológica de Chile, emitirá los avisos, alertas y alarmas correspondientes, con la debida antelación asociada a los ajustes de pronósticos previos. Esta emisión de avisos, alertas o alarmas activará el SINAPRED en el ámbito comunal, provincial y regional, lo que permitirá adelantar procesos de preparación, de respuesta, y posible evacuación.

Respecto al alertamiento se trabajará según lo establecidos en el PCE y APA de inundación, Se gestionará con SENAPRED el utilizar el sistema de alerta SAE y medios de difusión de radio difusoras, grupos de redes comunales y de agrupaciones sociales de la zona con mayor susceptibilidad de ser afectada. Para proceder a un proceso de evacuación.

3.2.3.2. Alertamiento a la población por evento súbito por terremoto

Ante un evento súbito como un terremoto de gran magnitud por sobre los VIII (escala Mercalli con hipocentro en Colina). El alertamiento se entenderá por medio del mismo sismo. Dado que no es posible generar un alertamiento preventivo, se *“recomienda”* a la población una vez pasado el evento telúrico proceder a una auto evacuación a los puntos de encuentros de emergencias (PEE), los cuales se encuentran fuera de la envolvente ante un posible colapso de los muros y que estos generen una inundación en la zona definida.

Producirse este evento se gestionará con SENAPRED el utilizar el sistema de alerta SAE y medios de difusión de radio difusoras, grupos de redes comunales y de agrupaciones sociales para proceder a un proceso de evacuación.

3.2.3.3. Alertamiento a la población por falla operacional

Ante un evento por falla operacional el alertamiento será por medio de Anglo American y SERNAGEOMIN, a través de los protocolos y compromisos técnicos existentes, quienes deberán dar aviso a SENAPRED y al municipio, de manera de activar el proceso de alertamiento a la comunidad.

3.2.4. Plano de Evacuación

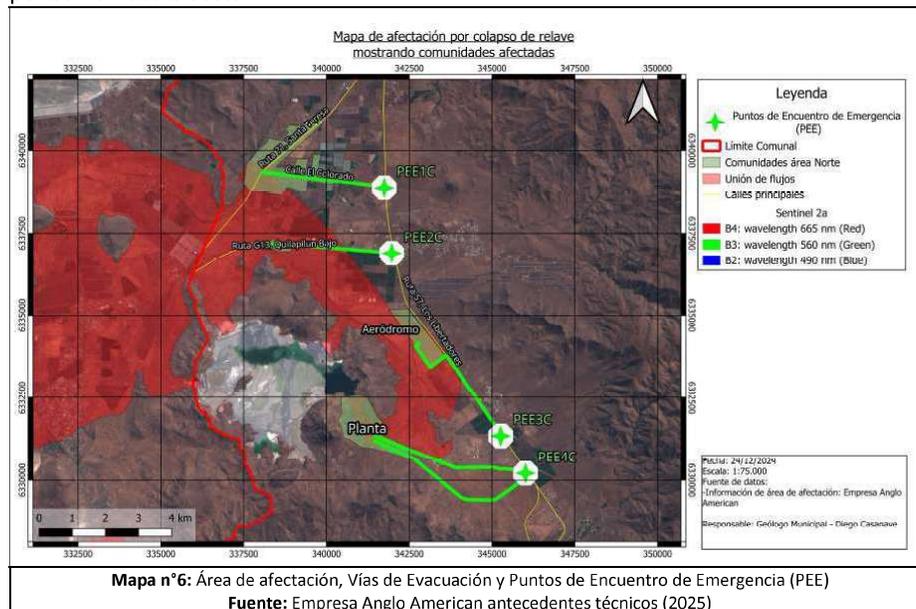
De acuerdo con lo presentado por SERNAGEOMIN a través del mapa de inundación por posible colapso de los muros del relave Las Tórtolas, se presentan 4 puntos de encuentro de evacuación (PEE) los cuales fueron validados por el organismo técnicos y además se encuentran equidistantes de la envolvente propuesta ante una inundación de material de relave.

A continuación, se detallan los Puntos de Encuentro de Evacuación (PEE) que las comunidades deben evacuar:

Punto de Encuentro de Evacuación (PEE))	Comunidad que debería Evacuar	Coordenadas Satelitales		Enlace de Ubicación
		Latitud	Longitud	
PEE1C	El Colorado	-33.077105°	-70.695457	https://maps.app.goo.gl/QmW8TM1RV334jQ556
PEE2C	Quilapilín Bajo	-33.095098°	-70.693391°	https://maps.app.goo.gl/bTbdeU2gXy5ixnsDA
PEE3C	Aeródromo de Peldehue	-33.145679°	-70.659050°	https://maps.app.goo.gl/NAjoluAfpYkz7WJa8
PEE4C	Planta – Deposito de Relave	-33.155954°	-70.651222°	https://maps.app.goo.gl/WQHz9C2iKtaPVQPq6

Tabla n° 6: Puntos de Encuentro de Emergencia (PEE), ante una evacuación.
Fuente: Elaborado por Raúl Véliz Valenzuela profesional de la DGRD, antecedentes satelitales y ubicación: Google Earth y Maps (2025).

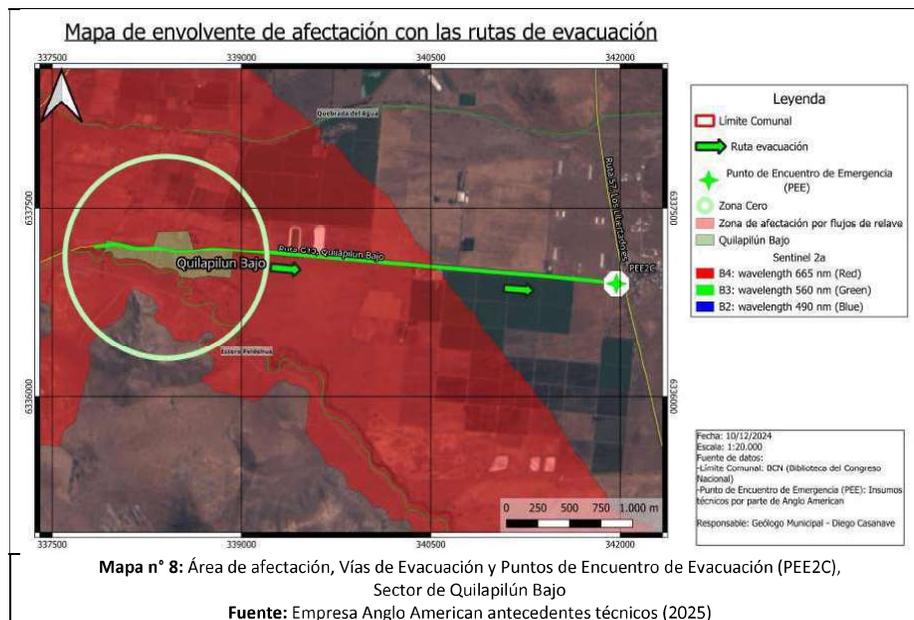
Adicionalmente, se presentan los Puntos de Encuentro de Evacuación (PEE) en general y por comunidad o sector:



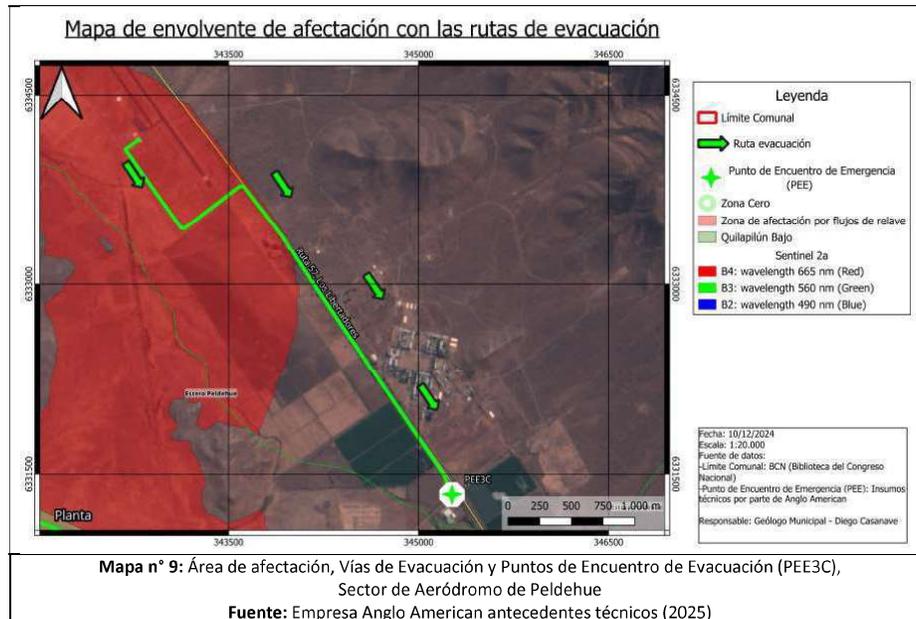
- Punto de Encuentro de Evacuación (PEE1C): El Colorado



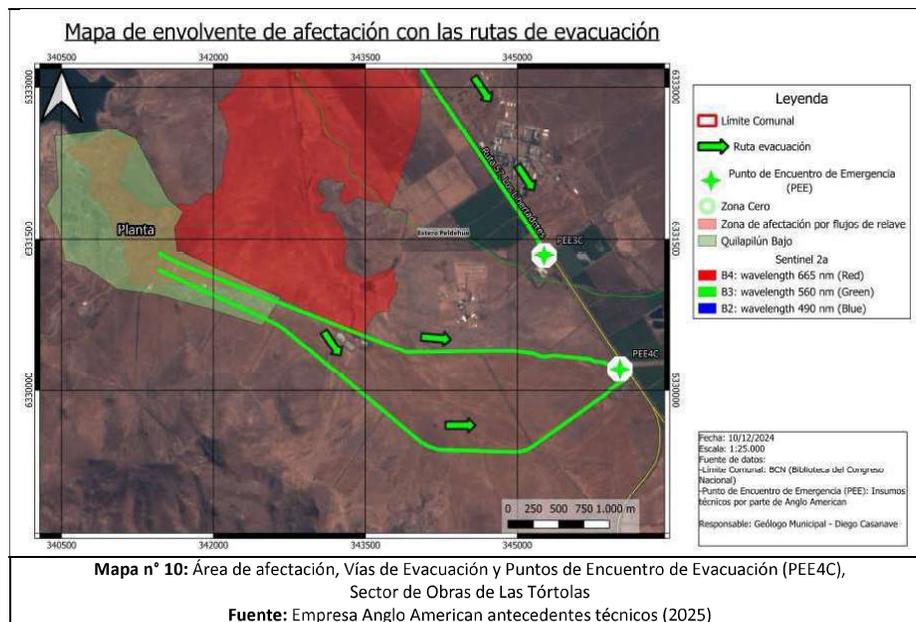
- Punto de Encuentro de Evacuación (PEE2C): Quilapilún Bajo



- Punto de Encuentro de Evacuación (PEE3C): **Aeródromo de Peldehue**



- Punto de Encuentro de Evacuación (PEE4C): **Planta Las Tórtolas**



	Ilustre Municipalidad de Colina	VERSION 1
	ANEXO – PLAN de AMENAZA por Tranque de Relave “Las Tórtolas”	Página 24 de 49
	Mayo 2025	

3.2.5. Proceso de Evacuación

El proceso de evacuación se realiza en 5 fases, cuya ejecución le corresponderá al Mando de Autoridad (Alcalde/Alcaldesa) de acuerdo con los requerimientos o información entregada por el Organismo Técnico respectivo (SERNAGEOMIN y Anglo American).

1° Evento: Anglo American desarrollará el monitoreo de Controles Críticos, de acuerdo con lo definido en sus planes de operación y preparación para emergencias. Según lo anterior, las desviaciones que impliquen riesgo de activación de la amenaza de Vaciamiento no Programado del relave, serán informadas oportunamente a la autoridad comunal y organismos técnicos correspondientes. Se continuará con el proceso de monitorear y de realizar los informes pertinentes para compartir con los organismos técnicos, las autoridades locales y las comunidades expuestas.

2° Alerta/Alarma: Una vez recibida la información por parte personal de enlace del municipio se procederá a comunicar a la población a través de medios adecuado (Redes Sociales, Radio, TV local y/o pronósticos climáticos) y se complementará a través del uso de altavoz (megáfono) en el área o extensión de la emergencia.

Una vez declarada la Alerta Amarilla – Roja, activada por SENAPRED, se solicitará la evaluación del sector con mayor susceptibilidad de afectación, según mapa de inundación aprobado por el organismo técnico, para un inicio de evacuación por medio del sistema SAE y como alertamiento local, la DGRD, dispondrá de un vehículo, para alertar a la población por medio de un altavoz (megáfono), que actuaría como sirena. Además, se podrá coordinar con Bomberos, Carabineros y radiodifusoras locales, la difusión de la alarma y de acuerdo con la envergadura de la emergencia, se solicitará a nivel provincial.

3° Evacuación: Dentro de los escenarios indicados como posibles colapsos de los muros. El proceso de evacuación dependerá de que tipo de emergencia se active, evacuación programada (lluvias intensas o falla operacional no inminente) o auto evacuación (sismo de gran intensidad VIII o falla operacional inminente).

Indistintamente el municipio actuará con los recursos y capacidades disponibles, se realizará la preparación de la población afectada, considerando para estos efectos, antecedentes respecto de personas con discapacidad, movilidad reducida, niños y adultos mayores con la finalidad de traslado o transporte. Efectuada la coordinación, se gestionará la llegada a los puntos de encuentros de evacuación, indicados por los organismos técnicos y señalados en el mapa de inundación equidistante a la envolvente de inundación del material de relave. El municipio colaborará en el proceso de evacuación de acuerdo con las necesidades e instrucciones indicadas por el Organismo Técnico.

4° Encuentro: De acuerdo con lo indicado por el Organismo Técnico se activarán los puntos de encuentro de evacuación transitorios (PEE), donde el municipio colaborará en el proceso, considerando la cantidad de afectados y su movilidad para finalizar en las zonas seguras.

5° Retorno: En este punto de acción, se deberán evaluar varias opciones en resguardo de la comunidad evacuada, para ellos es necesario definir si es seguro el retorno a sus viviendas; o si son enviados a albergues de corto o larga estadía y por último en el caso que desde la entidad competente NO se autorice un retorno a sus viviendas se deberá evaluar una reubicación de las familias evacuadas.

	Ilustre Municipalidad de Colina	VERSION 1
	ANEXO – PLAN de AMENAZA por Tranque de Relave “Las Tórtolas”	Página 25 de 49
	Mayo 2025	

5.1° Retorno a viviendas: Este se hará efectivo una vez que se establezcan las condiciones de seguridad para sus habitantes, y conforme a lo que dispongan los Organismos Técnicos o responsables de la evacuación. Por lo anterior, el personal municipal que esté en el lugar debe actuar, es decir, dirigir a las personas indicándoles que lo hagan con calma, en lo posible en fila, para evitar que se produzcan accidentes.

5.2° Albergues de corta y/o larga estadía: Este se hará efectivo una vez que no se pueda retornar de forma segura a sus viviendas y los organismos técnicos competentes señalen las necesidades de habilitar los albergues necesarios para las personas evacuadas.

5.3° Reubicación: Este se hará efectivo una vez que los organismos técnicos (SENAPRED, SERNAGEOMIN) indiquen de manera oficial la imposibilidad de retornar a las viviendas que se ubican en el sector afectado. Los recursos que sean necesarios para este proceso serán activados a través del principio de escalabilidad de la emergencia, a los niveles regional y nacional.

3.3. Proceso 2 – Aseguramiento y Atención de Necesidades Básicas.

Las acciones específicas de este proceso y sus responsables se describen a continuación:

Acciones	Descripción	Responsable (s)
Evaluar daños y necesidades producto de la emergencia	Responde a llamados recibidos en Central Cámara, vía N° 1468 y aplicación SOSAFE, Posteriormente asiste a evaluar los daños y necesidades de la comunidad afectadas.	RECIBE LLAMADOS DE EMERGENCIA: • Directora de Seguridad Pública ASISTE A EVALUAR LOS DAÑOS Y NECESIDADES: • Director de GRD
Elaboración de informes ALFA	Recauda la información de la emergencia, se confecciona ALFA y notificada a las autoridades	Director de GRD
Aplicación de FIBE	La aplicación se realizará según el nivel de emergencia: 1.- Emergencia Menor 2.- Emergencia Mayor 3.- Desastre o Catástrofe	1.- Director de GRD 2. y 3.- Todos los directores de las Direcciones Municipales
Coordinar acciones de orden público con organismos responsables (policías, FFAA, según corresponda)	Con el fin de resguardar el orden público, así como los bienes materiales de los afectados, coordinar acciones preventivas. En el caso de FFAA a través de los procedimientos vigente entre SENAPRED y EMCO Regional, la activación y coordinación se realizarán a través de SENAPRED RM	• Alcalde/Alcaldesa • Director de GRD
Convocatoria del COGRID Comunal	En emergencias menor o de mayor envergadura	• Alcalde/Alcaldesa • Director de GRD
Convocatoria de Organismos adicionales al COGRID Comunal	Se citará a diferentes organismos para coordinar ayuda según la naturaleza del evento	• Alcalde/Alcaldesa • Director de GRD
Solicitud de restablecimiento de servicios básicos en zonas afectadas	Alumbrado Público	Encargado de la Unidad de Alumbrado Público de la Dirección de Operaciones
	Agua Potable	Director de GRD
	Agua Potable Rural	• Director (S) de Medio Ambiente
Solicitud de restablecimiento de telecomunicaciones	GLP (Gas)	• Director de GRD • La Administración de cada Condominio
	Se solicita el restablecimiento a la SUBTEL, mediante coordinación de SENAPRED	• Alcalde/Alcaldesa • Director de GRD
Adquirir, almacenar y distribuir agua potable a la comunidad	Entrega esta ayuda para cubrir dicha necesidad	Directora de Seguridad Pública

	Ilustre Municipalidad de Colina	VERSION 1
	ANEXO – PLAN de AMENAZA por Tranque de Relave “Las Tórtolas”	Página 26 de 49
	Mayo 2025	

Acciones	Descripción	Responsable (s)
Adquirir, almacenar y distribuir abrigo, higiene y enseres básicos	Entrega de Primera Ayuda Municipal que consiste en: - Kit de camarotes y ropa de cama; - Kit de higiene familiar; y - Kit de utensilios de cocina - Cortes de polietileno de 2x2 dobles	Director de GRD
Adquirir, almacenar y distribuir, alimentos	Entrega esta ayuda para cubrir dicha necesidad	Directora de Desarrollo Comunitario
Solicitud de apoyo para manejar y disponer cadáveres	Solicita la presencia de policías en la zona	<ul style="list-style-type: none"> ● Alcalde/Alcaldesa ● Director de GRD ● Directora de Seguridad Pública
Solicitud de apoyo para identificar personas fallecidas	Solicita la presencia del Servicio Médico Legal en la zona	<ul style="list-style-type: none"> ● Alcalde/Alcaldesa ● Director de GRD ● Directora de Seguridad Pública
Habilitar y administrar albergues en función de la amenaza	Habilita el funcionamiento del albergue	<ul style="list-style-type: none"> ● Alcalde/Alcaldesa ● Director de GRD ● Director de Educación de la Corporación Municipal de Desarrollo Social
	Se solicitará apoyo en la administración a instituciones colaboradoras como Cruz Roja, Defensa Civil, funcionarios de otras Direcciones Municipales, entre otras y que estén instaladas en la comuna. En el caso de FFAA a través de los procedimientos vigentes entre SENAPRED y EMCO Regional, la activación y coordinación se realizarán a través de SENAPRED RM.	<ul style="list-style-type: none"> ● Alcalde/Alcaldesa ● Director de GRD ● Ejército de Chile (BOE)
Habilitar centros de acopio	Dependiendo de las naturales de la amenaza, se habilitará según las disposiciones del momento	Alcalde/Alcaldesa
Habilitar centros de distribución	Dependiendo de las naturales de la amenaza, se habilitará según las disposiciones del momento	Alcalde/Alcaldesa
Solicitud de apoyo para atender necesidades específicas de personas en situación de discapacidad, personas mayores, niños, niñas y adolescentes, pueblos originarios, entre otros	Gestionar red de apoyo en atención a estas temáticas	Directora de Desarrollo Comunitario
Solicitud de apoyo para el cuidado de animales de compañía, ayuda para animales de traspatio	De ser necesario, de acuerdo con la amenaza y según el área susceptible de afectación, solicitar el apoyo y la cooperación en este tema	Director (S) de Medio Ambiente
Solicitud de apoyo para resguardo de fauna silvestre	De ser necesario, de acuerdo con la amenaza y según el área susceptible de afectación, solicitar el apoyo y la cooperación en este tema	Director (S) de Medio Ambiente
Promover el resguardo de animales de producción	Según el área susceptible por la amenaza, promover la prevención en pérdida de animales productivos entregando orientación respecto de zonas seguras para el traslado y resguardo de animales	Director (S) de Medio Ambiente
Solicitud de apoyo para implementar vigilancia epidemiológica (control de reservorios y vectores de interés sanitario)	Se solicitará apoyo a Seremi de Salud para un monitoreo de avance de contagio y el comportamiento de la dispersión del virus, según sea el caso.	<ul style="list-style-type: none"> ● Alcalde/Alcaldesa ● Seremi de Salud Provincial ● Director de Salud de la Corporación Municipal de Desarrollo Social

Tabla n° 7: Acciones y Responsables del Proceso 2 – Aseguramiento y Atención de Necesidades Básicas

Fuente: Tabla N° 4 del instructivo para la formulación del APA – Adaptado por Raúl Véliz Valenzuela profesional de la DGRD (2025)

	Ilustre Municipalidad de Colina	VERSION 1
	ANEXO – PLAN de AMENAZA por Tranque de Relave “Las Tórtolas”	Página 27 de 49
	Mayo 2025	

3.3.1. Albergues de corta y/o de larga estadía

Al realizar un proceso de evacuación donde la comunidad residente no pueda retornar de forma segura a sus viviendas y los organismos técnicos competentes, no indiquen lo contrario. Se deberá preparar y alistar de un albergue de corta y/o larga estadía, esto dependerá de la afectación y nivel de inundación en la zona.

Teniendo en consideración que indistintamente el escenario en el cual se pueda requerir uno o varios albergues, el municipio de Colina puede gestionar lo establecido en el Plan Comunal de Emergencia (PCE) y en caso de que sobrepasen la cantidad de afectados será requerido a instancias de niveles de gestión superiores, de acuerdo con el principio de escalabilidad, como nivel regional y nivel nacional.

	Ilustre Municipalidad de Colina	VERSION 1
	ANEXO – PLAN de AMENAZA por Tranque de Relave “Las Tórtolas”	Página 28 de 49
	Mayo 2025	

4. Información Adjunta

4.1. Levantamiento de las capacidades comunales

Dirección responsable	Maquinaria	Propiedad	Horario de atención	Cant.	Tiempo de operación	Tipo de accesorio o alcance de maq.	Movilidad dentro de la comuna	Tiempo de movilización por la comuna
Dirección de Operaciones	Motoniveladora	Arriendo (Nov. 2027)	L-V (8:30 a 15:00)	1	8 horas x turno	Ripper	Camión cama base	- Colina Centro 1.5 horas. - Extremos de Colina 3 a 4 horas
Dirección de Operaciones y Aseo y Ornato	Mini Cargador Frontal (GATO)	Municipal	L-D	3	12 a 16 horas	No Aplica	- Ampliroll - Camión cama baja - Carro de transporte	- Colina Centro 1 hora. - Extremos de Colina 1,5 horas
Dirección de Operaciones y Aseo y Ornato	Retroexcavadora	Arriendo (Nov. 2027)	L-V (8:30 a 17:00)	5	8 horas x turno	- Pala - Aguilón - Brazo de 3 metros	Camión cama base	- Colina Centro 30 min. - Extremos de Colina 1 hora
Dirección de Operaciones	Retroexcavadora	Municipal	L-D	1	12 a 16 horas máx.			
Dirección de Operaciones y Aseo y Ornato	Tolva	Arriendo (Nov. 2027)	L-V (8:30 a 15:00)	5	8 horas x turno	14 m ³		
Dirección de Aseo y Ornato	Ampliroll	Arriendo (Nov. 2027)	L-V (8:30 a 17:00)	1	8 horas x turno	- 14 m ³ vacío - con escombros máximo 10m ³		
Dirección de Operaciones y Aseo y Ornato	Ampliroll	Municipal	L-D	2	12 a 16 horas			
Dirección de Medio Ambiente	Camión Limpia Fosas	Arriendo (Nov. 2027)	L-V (8:30 a 15:00)	2	8 horas x turno	- 1 (5m ³) - 1 (10m ³)		
Dirección de Medio Ambiente	Camión Limpia Fosas	Municipal	L-D	2	8 horas x turno		Sin escolta	
Dirección Seguridad Pública	Camión Aljibe	Arriendo (Nov. 2027)	L-V (8:30 a 15:00)	5	8 horas x turno	10m ³ c/u		
Dirección Seguridad Pública	Camión Aljibe	Municipal	L-D	2	12 a 16 horas			
Dirección de Operaciones y Aseo y Ornato	Camiones Planos	Arriendo (Nov. 2027)	L-V (8:30 a 17:00)	11	8 horas x turno	Vehículos de 3.000 Kilos		

Tabla n° 8: Levantamiento de Capacidades Comunales

Fuente: Tabla N° 11 del instructivo para la formulación del PCE – Adaptado por Raúl Véliz Valenzuela profesional de la DGRD (2025)

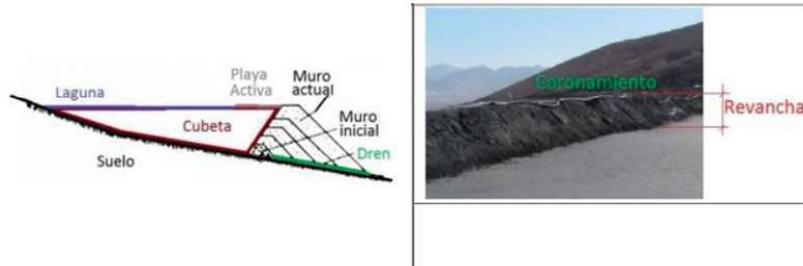
	Ilustre Municipalidad de Colina	VERSION 1
	ANEXO – PLAN de AMENAZA por Tranque de Relave “Las Tórtolas”	Página 29 de 49
	Mayo 2025	

4.2. Glosario Técnico

- **Aguas Abajo:** Consiste en depositar la parte gruesa del relave (arenas) de tal manera que, tanto en el muro como en el coronamiento, permita crecer hacia abajo de la obra, dándole a este mayor sustento, y apoyándose sobre las arenas depositadas.
- **Albergue:** Establecimiento Educativo que se pone a disposición para que sirva por un tiempo definido como resguardo, cobijo o alojamiento de vecinos afectados por alguna amenaza.
- **Amenaza:** Fenómeno de origen natural, biológico o antrópico que puede ocasionar pérdidas, daños, o trastornos a las personas, infraestructura, servicios, modos de vida o medioambiente.
- **Antrópico:** Es una acción provocada por el ser humano y sus efectos sobre la naturaleza, sea por medio de contaminación hacia el agua, aire, suelo, deforestación, incendios, entre otros.
- **APR:** Abreviatura de Agua Potable Rural.
- **BRIDESMA:** Abreviatura de Brigada de Investigadora de Delitos contra la Salud Pública y Medioambiente de la Policía de Investigaciones (PDI)
- **BOE:** Abreviatura de Brigada de Operaciones Especiales.
- **Canaleta Transportadora:** Es un tipo de transportador de banda que tiene rodillos tensores en forma de canaleta. Se utiliza para transportar materiales granulados de un lugar a otro, ya sea en la industria o en la minería.
- **Capacidad de diseño:** Se entenderá como tasa máxima de producción o de almacenaje que se podría lograr en circunstancias ideales.
- **Cárcavas:** Es una zanja o barranco que se forma por la erosión del suelo causada por la lluvia. Serían canales naturales que se crean por el flujo de agua concentrado que se produce durante o después de una lluvia intensa.
- **CENSO:** El Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas es el recuento de todas las personas, todos los hogares y todas las viviendas que se encuentran en el territorio nacional en un momento determinado. El objetivo es saber cuántos somos, cómo vivimos y cómo nos distribuimos.
- **CODELCO:** Abreviatura de Corporación Nacional del Cobre en Chile
- **COGRID:** Abreviatura de Comité de Gestión del Riesgo de Desastre
- **Coronamiento:** Corresponde al punto más alto del muro.
- **Depósito de relave:** Lugar donde se almacena el material que se extrajo de una mina
- **Desprendimiento de Roca:** Sería una caída de bloques de roca de una superficie inclinada.
- **DGA:** Abreviatura de Dirección General de Aguas.
- **DGRD:** Abreviatura de Dirección de Gestión del Riesgo de Desastres.
- **DMC:** Abreviatura de Dirección Meteorológica de Chile.
- **EMCO:** Abreviatura de Estado Mayor Conjunto
- **Epicentro:** corresponde al punto perpendicular al hipocentro en la superficie.
- **Equipo ABC:** equipo conformado por Ambulancia de salud (A), cuerpo de Bomberos (B) y Carabineros de Chile (C).
- **Estación Disipadora:** Es una estructura diseñada para reducir la energía cinética del flujo de material, que trabaja en conjunto con un mineroducto, para minimizar los efectos de alta velocidad y presión que pueden causar erosión en la misma.
- **Evento Súbito:** Evento Que Puede Ocurrir De Forma Repentina

	Ilustre Municipalidad de Colina	VERSION 1
	ANEXO – PLAN de AMENAZA por Tranque de Relave “Las Tórtolas”	Página 30 de 49
	Mayo 2025	

- **Falla Activa:** Se entenderá a una falla geológica que ha mostrado actividad sísmica o movimientos en los últimos 10.000.- años y por ende un riesgo geológico que podría causar terremotos.
- **Falla Geológica:** se entiende que es una fractura en la corteza terrestre que se produce cuando las fuerzas tectónicas rompen grandes bloques de roca.
- **FIBE y FIBEH:** Abreviatura de Ficha Básica de Emergencia y Ficha Básica de Emergencia Hídrica. Son instrumentos de catastro que se aplican en terreno y en las áreas afectadas en consecuencia por una emergencia.
- **Flujo Newtoniano/NO Newtoniano:** Son un tipo de fluido que tiene determinadas características físicas en base a la densidad que poseen.
- **GRD:** Abreviatura de Gestión del Riesgo de Desastres.
- **Hipocentro:** lugar exacto (subterráneo), donde ocurre el sismo.
- **Informe ALFA:** Informe de elaboración municipal respecto a los diversos eventos o emergencias declaradas.
- **Inundaciones:** se entiende por áreas que normalmente se encuentran secas, y producto de lluvias las áreas quedan saturadas o sobresaturadas de agua
- **Loseta:** Sería una pieza plana y pequeña de cerámica, mármol, piedra, vinilo o concreto, que se utiliza para revestir paredes o suelo.
- **Magnitud Mercalli:** Mide la percepción de un sismo.
- **MCT:** Abreviatura de Mando Conjunto en Terreno.
- **Mercalli:** Se entiende que es una escala cualitativa que mide la intensidad de un terremoto en función de los daños que causa.
- **Mineroducto:** Corresponde a una tubería que transporta mineral a largas distancias. Se usa para trasladar el concentrado de mineral desde la mina hasta el lugar de almacenamiento o exportación.
- **PRMS:** Abreviatura de Plan Regulador Metropolitano de Santiago.
- **Pulpa:** se entiende como una mezcla de partículas sólidas y un fluido transportador, generalmente de agua, que se utiliza en operaciones mineras.
- **Relave:** se entiende como un sólido finamente molido, que se descarta en operaciones mineras.
- **Remociones en masa:** Son movimientos descendentes impulsados por la gravedad que están compuestos por suelo y/o roca, en diferentes proporciones de estas que se desplazan por un plano inclinado.
- **Revancha:** Es la diferencia menor, en cota, entre la línea de coronamiento del muro de contención y la superficie inmediatamente vecina de la fracción lamosa o de la superficie del agua, que se produce en los tranques y embalses de relaves



- **Rotura de Mineroducto:**
- **RRPP:** Abreviatura de Relaciones Públicas.
- **RRSS:** Abreviatura de Redes Sociales.

	Ilustre Municipalidad de Colina	VERSION 1
	ANEXO – PLAN de AMENAZA por Tranque de Relave “Las Tórtolas”	Página 31 de 49
	Mayo 2025	

- **SENAPRED:** Abreviatura de Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres.
- **SERNAGEOMIN:** Abreviatura de Servicio Nacional de Geología y Minería
- **SINAPRED:** abreviatura de Sistema Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres.
- **SNIFA:** Abreviatura de Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental.
- **Susceptibilidad:** Se refiere a la probabilidad que tiene cierto sector de que ocurra un evento dado.
- **Taludes:** Se entiende por una superficie inclinada que puede ser parte de un terreno o de un muro.
- **Traza:** En el contexto de la minería, este término se refiere a la presencia de elementos o minerales en concentraciones muy bajas en un determinado material o entorno geológico. También son importantes en la exploración y evaluación de depósitos minerales.
- **Zonificación:** Componente fundamental de la planificación del territorio.

	Ilustre Municipalidad de Colina	VERSION 1
	ANEXO – PLAN de AMENAZA por Tranque de Relave “Las Tórtolas”	Página 32 de 49
	Mayo 2025	

4.3. Bibliografía

- Oficio N° 16 de SENAPRED RM, 10-02-2024.
- Oficio Ordinario N° 1738 de SERNAGEOMIN, 16-07-2023
- Oficio Ordinario N° 2674 de SERNAGEOMIN, 30-09-2024
- Superintendencia del Medio Ambiente [SMA]. INFORME TÉCNICO DE FISCALIZACIÓN AMBIENTAL - LOS BRONCES – ANGLO AMERICAN SUR S.A. En <https://snifa.sma.gob.cl/UnidadFiscalizable/Ficha/229> (IFA-Tranque Las Tórtolas):
 - DFZ-2016-703-XIII-RCA-IA
 - DFZ-2021-2180-XIII-RCA
- Google LLC. (2023). Imagen satelital de la comuna de Colina, ciudad de Santiago de Chile. Recuperado de <https://earth.google.com/web/@-33.14792774,-70.64314614,780.52756518a,65030.91171591d,35y,0h,0t,0r/data=OgMKATA>
- Instituto Nacional de Estadísticas – CENSO (2017). ArcGIS Web Application. (s. f.). <https://ine-chile.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=36a990b537834e74aab1c01e0755aac1>

	Ilustre Municipalidad de Colina	VERSION 1
	ANEXO – PLAN de AMENAZA por Tranque de Relave “Las Tórtolas”	Página 33 de 49
	Mayo 2025	

4.4. Documentos Adjuntos

4.4.1. Oficio N° 16 de SENAPRED, sugiere elaboración de APA de Relave

 DIRECCIÓN REGIONAL METROPOLITANA	OFICIO N° 16 ANT.: Sin Antecedentes MAT.: Informa lo que indica. SANTIAGO, 10 de Febrero de 2024
DE: PAOLO MARIN PAKARATI DIRECTOR REGIONAL (S) A : SRA. ISABEL VALENZUELA AHUMADA, ALCALDESA I.MUNICIPALIDAD DE COLINA	
Estimada Alcaldesa: En virtud de la necesidad de establecer procesos de Alerta y Monitoreo; Acciones Específicas en Alerta y Monitoreo; Operaciones de Respuesta y Protección de Personas, Aseguramiento y Atención de Necesidades Básicas en torno a la Amenaza se remite información respecto al posible colapso de los tranques Ovejería y Las Tórtolas, y los mapas de inundación atingentes a ambos tranques de CODELCO y Anglo American respectivamente. Es que adjuntamos oficio elaborado por SERNAGEOMIN que entrega información respecto al mapa de inundación por posible colapso de los tranques en cuestión. Allí podrá encontrar el análisis y también acceso directo al interior del oficio tanto los anexos como documentos digitales, shaps y kmz pueden ser descargados desde el oficio para revisar, dado que están los link directos allí. Es por esto, que se requiere poner atención a esta amenaza y como SENAPRED RM sugerimos puedan elaborar un Anexo a su Plan de Emergencia Comunal en torno a esta amenaza producto de todo el trabajo ya realizado y que están todos los insumos para diseñar un procedimiento de coordinación y respuesta respectivamente en el tranque que le concierne a su comuna. Sin otro particular, saluda cordialmente,	
 Paolo Andrés Marin Pakarati Director Regional (S)	
Para verificar documento ingresar en la siguiente url https://validadoc.interior.gob.cl/ Código Verificación: N4z9Dewb9zhuo8yz/qFGW==	
amm ID DOC : 20626524	
<u>Distribución:</u> 1. SRA. ISABEL VALENZUELA AHUMADA, ALCALDESA I.MUNICIPALIDAD DE COLINA 2. ENCARGADO/A GRD COMUNAL 3. /SENAPRED CENTRAL/Subdirección de Reducción de Riesgo de Desastres/Departamento de Planificación para la GRD 4. SENAPRED Metropolitana/DIRECCIÓN REGIONAL METROPOLITANA	

	Ilustre Municipalidad de Colina	VERSION 1
	ANEXO – PLAN de AMENAZA por Tranque de Relave “Las Tórtolas”	Página 34 de 49
	Mayo 2025	

4.4.2. Oficio Ordinario N° 1738 de SERNAGEOMIN, remite mapa de inundación



OF. ORD. N° 1738

ANT. Carta GSAE-073-2023, entrega información mapa de inundación tranque Ovejería y Las Tórtolas.

MAT. Remite información respecto al mapa de inundación por posible colapso de los tranques Ovejería y Las Tórtolas, correspondientes a CODELCO y Anglo American respectivamente.

Quilpué, 26 de julio 2023

DE : CHRISTIAN ORELLANA DIAZ
DIRECTOR REGIONAL ZONA CENTRO
SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA

A : MIGUEL MUÑOZ BARRAZA
DIRECTOR REGIONAL
OFICINA NACIONAL DE EMERGENCIAS METROPOLITANA

Junto con saludar a Ud., el presente Oficio, tiene por objeto informar respecto de los requerimientos desprendidos de la reunión de fecha 25 de mayo de 2023, cuyo tema fue la "Presentación de Mapa Conjunto de Peligro de Relaves Codelco Ovejería y Las Tórtolas de Anglo American", que dentro del análisis presentado, participaron profesionales de Los Bronces de Anglo American y Codelco División Andina, es que, acusamos recibo conforme de del mapa de inundación con el área de la envolvente de ambos depósitos, junto con los puntos de encuentro propuestos por las distintas Compañías, en caso de ocurrencia de algún modo de falla.

Dicho esto, cabe señalar que, Ambos depósitos de relaves presentarán el estudio de área de inundación Dam Breach Analysis (DBA) previo análisis de los modos de falla creíble.

No se considera un modo de falla creíble la ocurrencia de la rotura de ambos depósitos al mismo tiempo. Sin embargo, para la definición de zonas de evacuación y zonas de seguridad, se deben evaluar las dos áreas de inundación superpuestas.

Para efectos de definir la población a evacuar en caso de emergencia, como criterio conservador se debe generar un margen de seguridad adicional al área de inundación.

Cabe señalar que, cada proyecto de depósito de relaves se encuentra aprobado por este Servicio bajo el Decreto Supremo 248/2007; en RESOLUCIÓN EXENTA 1238/2021, de fecha 29 de junio 2021, la que aprueba EL PROYECTO MANEJO OPERACIONAL MURO OESTE, TRANQUE DE RELAVES LAS TÓRTOLAS DE LA EMPRESA ANGLO AMERICAN SUR S.A., y; la RESOLUCIÓN EXENTA 2709/2019, de fecha 30 de octubre, la que aprueba el PROYECTO CONTINUIDAD OPERACIONAL TRANQUE OVEJERÍA HASTA COTA 710 M.S.N.M. DE CODELCO.

En esta versión del estudio, se consideraron los siguientes escenarios:

- Depósito de relaves Las Tórtolas: Presenta el área de inundación calculada considerando las cotas finales del muro Principal, muro Este, muro Oeste y Muro Sur.
- Depósito de relaves Ovejería: Presenta el área de inundación calculada considerando la situación actual del depósito.

En este contexto, el área de inundación predominante corresponde a la producida por el depósito de relaves Las Tórtolas.



Finalmente, se acordaron por todas las partes las siguientes acciones a seguir:

- Actualizar el estudio de área de inundación cada 10 años. Art. 31 D.S. 248/07
- Las actualizaciones de los estudios deben considerar el crecimiento de los depósitos para al menos los 10 años siguientes.
- Después del año 2043, agotada la vida útil del depósito de relaves Las Tórtolas, será responsabilidad de CODELCO actualizar el estudio de área de inundación en base al crecimiento del depósito de relaves Ovejera.
- Las empresas deben identificar y enumerar todas las comunidades afectadas. Durante la reunión se nombraron las siguientes: Huechún, Santa Matilde, Punta Peuco, Huertos Familiares, Polpaico, Lampa.
- Ambas empresas generarán las propuestas de los Puntos de Encuentro de Emergencia (PEE) con sus vías de evacuación.

Dicho lo anterior, se presenta un breve resumen de la información presentada por las Compañías Mineras.

1. Sobre el Informe de Modelamiento del Dam Breach Analysis (DBA) del Tranque de Relaves y Mapa de Inundación – **Anglo American, Las Tórtolas**.

Se considera configuración final para el DBA Tranque Las Tórtolas (1.900 Mton/ año 2043) según siguiente tabla:

Parámetro del Modelo	Muro Planta	Muro Este	Muro Principal	Muro Oeste
Elevación del Coronamiento del Muro (m s.n.m.)	789,0	790,0	797,0	797,0
Elevación de la Base del Muro (m s.n.m.)	721,0	706,0	623,5	675,0
Altura del Muro (m)	68,0	84,0	173,5	122,0
Longitud del Coronamiento del Muro (m)	630	1.300	2.000	1.200
Elevación Contacto Lama/Laguna con Muro (m)	784,0	787,0	794,0	794,0

Tabla 1: Configuración del depósito Anglo American, Las Tórtolas.

Los parámetros geométricos de brechas y volúmenes son los siguientes:

Parámetro del Modelo	Muro Planta	Muro Este	Muro Principal	Muro Oeste
Modo del Colapso del Tranque de Relaves	Erosión interna no inducida por inundación (día soleado)			
Ancho Promedio del Colapso del Tranque de Relaves (BR) (m)	136,0	168	225,6	183
Ancho de la Base del Colapso del Tranque de Relaves (BB) (m)	68,0	84	52,1	61
Pendiente Lateral del Colapso del Tranque de Relaves	1(H):1(V)			
Tiempo hasta el Colapso (TFH) (hora)	1,0	1,5	2	1,5
Elevación de la Base del Colapso del Tranque de Relaves (m)	748,5	706	623,5	675
Volumen Total Liberado (Mm3)	102,8	235,7	380,4	297,2
Volumen Total Estimado de Relaves correspondiente al Nivel Normal de la Laguna (Mm3)	1.028	1.252	1.358	1.358
Porcentaje del Volumen de Relaves que es Liberado en el Modelamiento	10%	19%	28%	22%

Tabla 2: parámetros geométricos y volúmenes modelados Anglo American, Las Tórtolas.

Se considera la topografía con curvas de nivel cada 1 m de elevación a lo largo de los primeros 10 km y topografía con curvas de nivel cada 2 m de elevación en los siguientes 33 km.

Hidrogramas por muros y evolución durante la falla.

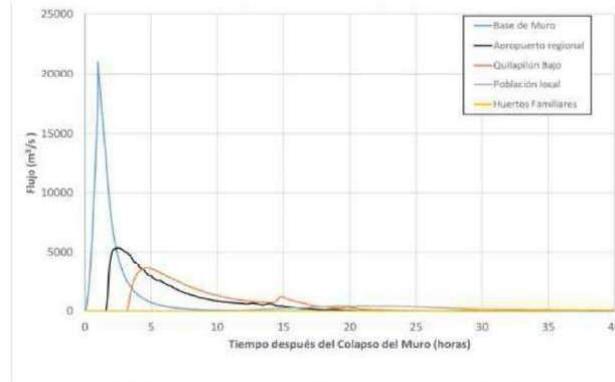


Figura 1: Hidrograma de flujo Muro Planta - Anglo American, Las Tórtolas.

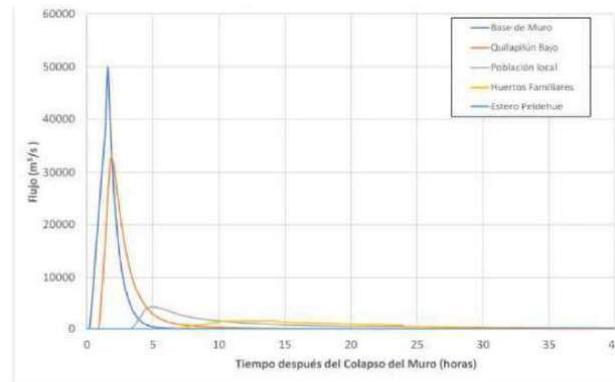


Figura 2: Hidrograma de flujo Muro Este - Anglo American, Las Tórtolas.

Servicio Nacional
de Geología y
Minería

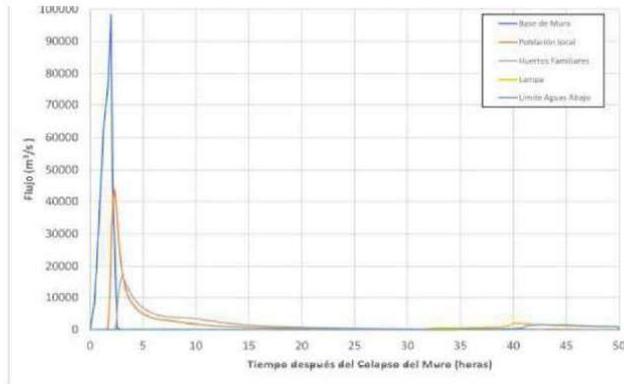


Figura 3: Hidrograma de flujo Muro Principal - Anglo American, Las Tórtolas.

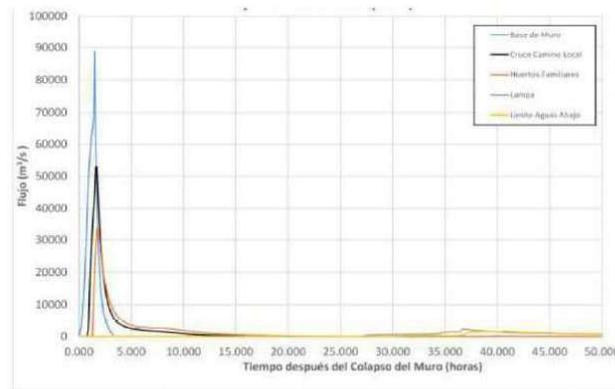


Figura 4: Hidrograma de flujo muro Oeste - Anglo American, Las Tórtolas.

2. Sobre el Informe de Modelamiento Dam Breach Analysis (DBA) del Tranque de Relave y Mapa de Inundación – CODELCO, Ovejería

Se considera configuración actual para el DBA Tranque Ovejería (330,4 Mton) según siguiente tabla:

Parámetro del Modelo	Muro Principal	Muro Este
Elevación del Coronamiento del Muro (m s.n.m.)	644	647
Elevación de la Base del Muro (m s.n.m.)	582	613
Altura del Muro (m)	62	34
Longitud del Coronamiento del Muro (m)	3.200	1.000
Elevación Contacto Lama/Laguna con Muro (m)	636,1	-

Tabla 3: Configuración del depósito CODELCO, Ovejería.

Los parámetros geométricos de brechas y volúmenes son los siguientes:

Parámetro del Modelo	Muro Principal	Muro Este
Modo del Colapso del Tranque de Relaves	Falla de Fundaciones (día soleado)	
Ancho Promedio del Colapso del Tranque de Relaves (BR) (m)	378	204
Ancho de la Base del Colapso del Tranque de Relaves (BB) (m)	252	136
Pendiente Lateral del Colapso del Tranque de Relaves	1(H):1(V)	
Tiempo hasta el Colapso (TFH) (hora)	5	3
Elevación de la Base del Colapso del Tranque de Relaves (m)	581	613
Volumen Total Liberado (Mm3)	32,1	4,9
Volumen Total Estimado de Relaves correspondiente al Nivel Normal de la Laguna (Mm3)	330,4	
Porcentaje del Volumen de Relaves que es Liberado en el Modelamiento	9,4	11,5

Tabla 4: parámetros geométricos y volúmenes modelados CODELCO, Ovejería.

Se considera la topografía con curvas de nivel cada 1 m en la topografía de la cubeta, el muro y el cauce principal, y topografía con curvas de nivel cada 2,5 m entre la cuenca de TOVE hasta el sector de la comuna de Lampa.

Hidrogramas por muro y laguna, y evolución durante la falla.

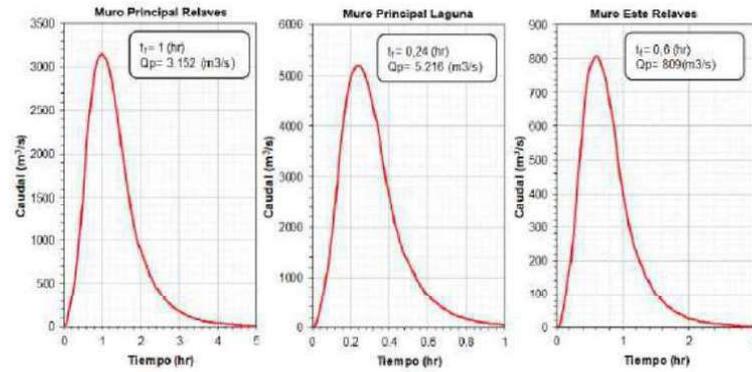


Figura 5: Hidrograma de flujo Muro Principal, Muro Este y Muro Principal más Laguna, CODELCO, Ovejería.

Considerando los antecedentes presentados anteriormente, se generó un área de afectación “envolvente general” considerando cada falla de ambos depósitos a fin de conocer las vías preferentes y puntos de encuentro sugeridos, los que se visualizan en la Figura 6 y 7 respectivamente.

Servicio Nacional
de Geología y
Minería



Figura 6: Envoltorio de mapas de Inundación Tranques Ovejería (Codelco) y Las Tórtolas (Anglo American).

Servicio Nacional
de Geología y
Minería

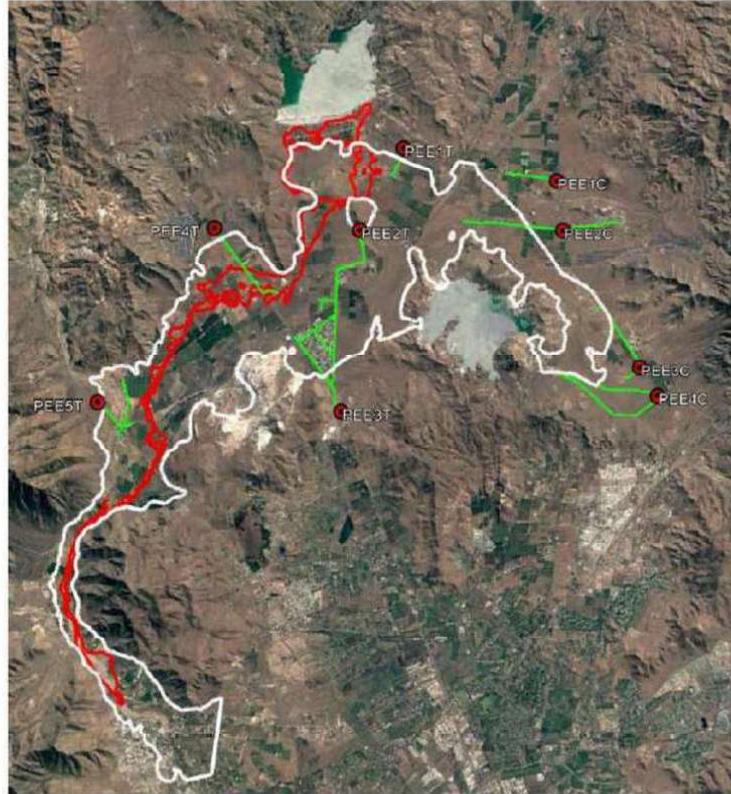


Figura 7: Puntos de encuentro y vías de evacuación.

Punto de Encuentro	Comunidad	Municipio
PEE1T	Huechún	Títil
PEE2T	Santa Matilde	Títil
PEE3T	Huertos Familiares	Títil
PEE4T	Punta Peuco	Títil
PEE5T	Polpaico	Títil
PEE1C	El Colorado	Colina
PEE2C	Quilaplún	Colina
PEE3C	SSC Chile	Colina
PEE4C	Las Tortolas	Colina

Tabla 5: Puntos de encuentro sugeridos por las Compañías.

Finalmente, y para un mejor entendimiento se debe mencionar que:

1. Sin perjuicio de los acuerdos tomados por las partes y de la información presentada por las empresas, El Servicio, tendrá la facultad de solicitar cualquier información adicional que pueda ser de utilidad respecto de la operación del depósito o de algún otro aspecto específico, según detalla el Artículo 31, del D.S. 248.
2. En el ejercicio de sus funciones y competencias, el Servicio Nacional de Geología y Minería ha desplegado esfuerzos dirigidos a estandarizar el proceso de fiscalización a los distintos depósitos de relaves a nivel nacional, con el fin de controlar y fiscalizar el cumplimiento de las normas establecidas por el Decreto Supremo N°248 de 2006 “Reglamento para la Aprobación de los Proyectos de Diseño, Construcción, Operación y Cierre de los Depósitos de Relaves”, del Decreto supremo N°132, de 2002, del Ministerio de Minería.
3. Es relevante indicar que este Servicio no tiene competencias en el ámbito de la protección civil, y que su aporte al SINAPRED (Sistema Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres) se basa en el apoyo técnico-científico requerido por SENAPRED para que esta pueda desarrollar y coordinar de manera correcta el riesgo en el territorio nacional en materias geológicas y/o mineras.
4. En este orden de ideas, el Servicio no cuenta con los recursos en software y profesionales para desarrollar una ingeniería de detalle que permita validar los estudios presentados por las empresas antes citadas. (si bien no podemos rehacer los cálculos, si podemos pronunciarnos por los supuestos empleados y los resultados entregables del estudio de la ingeniería empleada)

Al respecto es dable indicar que nuestra actual legislación no establece una metodología específica y estandarizada para desarrollo de este análisis, toda vez que a nivel nacional e internacional existen diferentes metodologías desde las empíricas, hasta el modelamiento numérico, y en ese orden de ideas, **la información entregada por las empresas representa el nivel de estado del arte a la fecha y bajo condiciones actuales, y creemos que este tipo de insumos puede ser un documento guía base (perfectible en el tiempo) para poder gestionar el riesgo que se pueda dar aguas abajo de estos depósitos de relaves** (la información suministrada por la empresa es altamente dependiente de los supuestos que se hayan utilizado en el modelamiento).

5. Por consiguiente, como Servicio no contamos con la tecnología suficiente, ni capacidad técnica, para realizar un contra estudio a las simulaciones realizadas por las empresas, en donde se entiende que la responsabilidad de los datos obtenidos, resultado de los estudios de distancias peligrosas, son de carga de las empresas y/o consultoras que lo realizaron.

Independiente a lo anterior es atingente señalar que los estudios y simulaciones presentadas por las empresas en comentario, están en concordancia lógica a los últimos estándares de modelamiento, y creemos prudente solicitar a estas empresas los SHAPE o capas GIS de estas zonas, con tal de poder entregar formalmente estos estudios a SENAPRED y que esta comience las coordinaciones con los municipios e instituciones correspondientes para desarrollar herramientas de gestión y control del riesgo en las potenciales zonas expuestas por medio de planes de emergencia o documentos a fin.



Servicio Nacional
de Geología y
Minería

6. Sin perjuicio de lo anterior, adjuntamos el **anexo N°1** que corresponde a cada informe presentado por las compañías, incluyendo una presentación completa y detallada del estado y situación de los 2 depósitos más grandes de la región metropolitana con tal de poder comenzar los trabajos de gestión de riesgo que corresponda.

Tanto los anexos como documentos digitales, shapex y kmz pueden ser descargados en el siguiente link:

https://sernageomin-my.sharepoint.com/personal/pedro_berrios_sernageomin_cl/_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Fpedro%5Fberrios%5Fsernageomin%5Fcl%2FDocuments%2FInformacion%20C0DELCO%20OVEJERIA%20Y%20ANGLO%20LAS%20TORTOLAS%2Erar&parent=%2Fpersonal%2Fpedro%5Fberrios%5Fsernageomin%5Fcl%2FDocuments

Cualquier duda o consulta para descargar estos archivos contactar a Pedro Berríos al correo pedro.berrios@sernageomin.cl o al celular +56942770857

Sin otro particular, saluda atentamente a Ud.,

Christian
Alberto
Orellana Diaz

Firmado digitalmente
por Christian Alberto
Orellana Diaz
Fecha: 2023.07.26
14:34:30 -04'00'

CHRISTIAN ORELLANA DIAZ
DIRECTOR REGIONAL ZONA CENTRO
SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA

COD/JVV/PBM/GNG/ORF/CCJ/bcc

DISTRIBUCIÓN.-

- Sr. Miguel Muñoz Barraza, mmunoz@senapred.gob.cl Director Regional SENAPRED Metropolitano
Dirección: **Almirante Barroso 27, Santiago.**
- Dirección Nacional SERNAGEOMIN, patricio.aguilera@sernageomin.cl
- Subdirección Nacional de Minería, david.montenegro@sernageomin.cl
- Oficina de Gestión de Emergencias Sernageomin, pedro.berrios@sernageomin.cl
- Departamento de Proyecto SDNN, gullibert.novoa@sernageomin.cl jorge.vargas@sernageomin.cl
- Archivo Dirección Regional Zona Centro oficinapartes.zonacentro@sernageomin.cl
- Of. de Partes



4.4.3. Informe “Flash Rotura STR KM 61.850”, Mineroducto de Codelco hacia tranque Ovejería

FLASH ROTURA STR KM61.850



AREA	PROCESO	EQUIPO	COMPONENTE	FECHA	TIEMPO DEL EVENTO
Transporte de Relaves	Sistema Transporte de Relaves (STR)	Canaleta de Relaves	Loseta que cubre superficie del canal	13-07-2023	Desde 06:50 hrs hasta 08:23 hrs

DETALLE DE LA FALLA

1 DESCRIPCIÓN DE LA FALLA

Desprendimiento de Roca desde ladera, rompe loseta y parte del coronamiento que cubre la canaleta, provocando obstrucción en el flujo y posterior fuga de relaves.

2 DESCRIPCIÓN DE SISTEMA Y CAUSA PROBABLE

Desprendimiento fortuito de Roca desde ladera, rompe loseta que cubre la canaleta, provocando ingreso de fragmentos y material al interior de ella, lo que a su vez produce fuga de relave al sector circundante.

3 REGISTRO FOTOGRAFICO



B. NIVEL DE IMPACTO

Nivel de impacto Alta – Media - Baja	Impacto a las personas o ambiente	Costo aproximado de la falla (KUSD)	Pérdida de producción estimada (KT o T/Hr)
Alta	Ambiente	En evaluación	En evaluación

Acciones inmediatas

- Se activa protocolo de emergencia y apertura de compuerta hacia embalse de emergencia #4 (Caseta#9 km65.856).
- Detención total de molienda.
- Se da aviso a autoridades internas y externas
- Apertura de compuerta hacia embalse de emergencia #3 (km54.560).
- Apertura de compuerta hacia embalse de emergencia #2 (Caseta #6 km40.314).
- Apersonamiento de comité ejecutivo en sector del incidente.

	Ilustre Municipalidad de Colina	VERSION 1
	ANEXO – PLAN de AMENAZA por Tranque de Relave “Las Tórtolas”	Página 45 de 49
	Mayo 2025	

4.4.4. Oficio Ordinario N° 2674/2024 de SERNAGEOMIN

 Servicio Nacional de Geología y Minería
OF. ORD. _____ 2674 _____ / ANT. : OF. No. 1616 DE FECHA 24/05/2024. MAT. : REMITE RESPUESTA A REQUERIMIENTO I. M. DE COLINA.
<hr/> SANTIAGO, SEPTIEMBRE 30 DE 2024
DE : SUBDIRECTOR NACIONAL DE GEOLOGÍA (S) SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA
A : SRA. ISABEL VALENZUELA AHUMADA ALCALDESA I. M. DE COLINA
<p> Junto con saludar, en atención a lo indicado en su oficio, citado en el Antecedente, tengo a bien, informar a Ud., resultado de la revisión de antecedentes asociados a la falla geológica “Infiemillo-Cerro Renca” disponibles en este Servicio.</p> <p> El sector de estudio se encuentra, principalmente, dentro de la depresión Central (DC) (Fig. 1) zona que incluye, por el norte el cordón montañoso de Chacabuco (CCh) de orientación este-oeste, algunos pequeños cerros “isla” y un conjunto de cerros que se extienden entre las localidades de Huertos Familiares y Peldehue, entre estos últimos los cerros de Colina y Las Tórtolas.</p> <p> Las principales unidades geológicas del área corresponden a rocas estratificadas volcánicas y sedimentarias del Cretácico Superior, pertenecientes a las formaciones Las Chilcas y Lo Valle; rocas volcánicas piroclásticas y sedimentarias continentales, con intercalaciones de lavas de la formación Abanico, del Oligoceno-Mioceno; filones y otros cuerpos intrusivos hipabisales del Cretácico y del Oligoceno-Mioceno, y depósitos no consolidados que rellenan la depresión Central. Las formaciones del Cretácico y del Oligoceno-Mioceno, son interpretadas por diversos autores (ver referencias en Fock, 2005) como remanentes del arco volcánico en esos períodos. En particular, la Fm. Abanico, representaría la presencia de un arco volcánico distribuido en una cuenca extensional relativamente ancha (Cuenca de Abanico), delimitada al oriente y occidente por fallas normales (como la denominada falla San Ramón) que habrían tenido actividad sindeposicional a esta Formación. Entre el Oligoceno Superior y el Mioceno Inferior, la actividad tectónica en la cuenca se habría invertido, dando origen a un arco volcánico más estrecho, representado por la Formación Farellones. La inversión de la cuenca respondería un régimen tectónico compresivo, que se iniciaría en ese momento, y continuaría irregularmente hasta la actualidad. Las fallas normales que se habrían formado con la Cuenca de Abanico se habrían invertido posteriormente y habrían sido, las principales responsables de los primeros pulsos de alzamiento de la cordillera Principal en el sector.</p>

Servicio Nacional
de Geología y
Minería

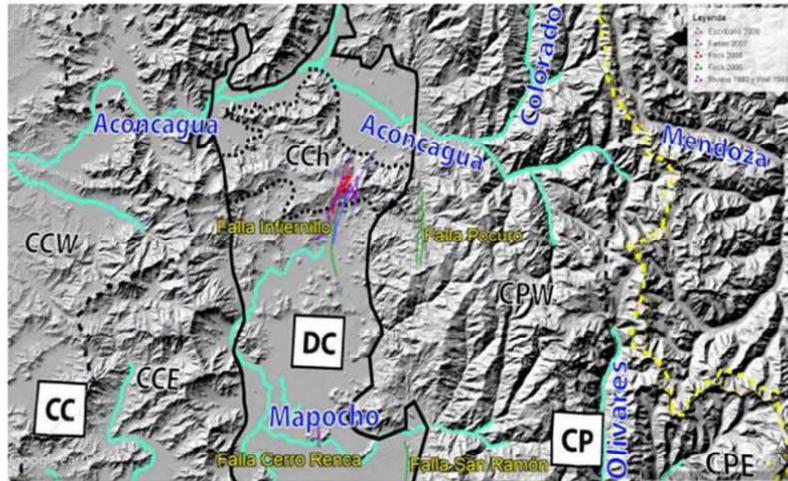


Fig. 1. Esquema morfológico en la zona de estudio, modificado de Escribano (2008). Las Unidades morfológicas están separadas por líneas negras, de las cuales, las continuas, separan las unidades principales señaladas en recuadro blanco: CC, Cordillera de la Costa; DC: Depresión Central; y CP: Cordillera Principal. Las líneas negras discontinuas indican las subunidades morfológicas Cordón de Chacabuco (CCh), y cordilleras de la Costa y Principal este (CCE, CPE) y oeste (CCW, CPW). Los principales ríos se representan en líneas celestes y se identifican en letras azules. Las localidades de las fallas Infiernillo, Pocuero, Cerro Renca y San Ramón se indican en letras amarillas, y se indican sus según los principales autores: Morado, Rivano *et al.* (1993) y Wall *et al.* (1999); Rojo: Fock (2005); Verde: Fock (2006); Violeta: Fariás (2007); Rosado: Escribano (2008).

Fallas Infiernillo y Cerro Renca

La falla Infiernillo es una estructura geológica con traza de dirección aproximada NNE-SSO, ubicada en el límite noroeste de la comuna de Colina, en el sector de la cuesta de Chacabuco y, en particular, en la quebrada Infiernillo. La traza de esta falla, junto a otras de similares características en el sector, fue reconocida por Aguirre (1960) basándose en criterios geomorfológicos. Posteriormente, Delucchi (1973) reconoce indicadores de movimientos normales e inversos en esta zona y Padilla (1882), que la incluye en zona de falla de alto ángulo Chacabuco, la interpreta como el contacto entre la Unidad Chacabuco (Cenozoico) y la Formación Lo Valle (Cretácico). Con estos antecedentes, Fock (2005) interpreta a la falla Infiernillo, como el borde occidental de la Cuenca de Abanico, con actividad normal durante el desarrollo de la cuenca, seguida por movimiento inverso posterior al Mioceno Inferior.

La Falla Cerro Renca es una estructura que aflora en la localidad homónima. Su traza y cinemática fue reconocida por Wall *et al.* (1999), que la identifica, además, como el contacto entre rocas de la Formación Abanico (Cenozoico en el este) y la Formación Las Chilcas (Cretácico en el oeste). Aquí, estos autores reconocen un movimiento normal, e interpretan una posterior reactivación inversa, por lo que sugieren que dicha estructura correspondería al borde occidental de la Cuenca de Abanico.

Fock (2005) le da nombres propios para dichas estructuras, y propone que las fallas Infiernillo y Cerro Renca, junto a una estructura de similares características en la cuesta de Chada, al sur de Santiago, corresponden en su conjunto al límite oeste de



Servicio Nacional
de Geología y
Minería

la Cuenca de Abanico, y estarían relacionadas espacialmente entre sí, es decir, infiere que estas fallas son segmentos de una estructura de escala regional (parcialmente cubierta por los depósitos cuaternarios que rellenan los valles de la Depresión Central). Cabe destacar que la, o las trazas de la estructura regional Falla Infiernillo-Cerro Renca (Fock, 2005 y 2006) y su prolongación hacia el sur hasta la cuesta Chada, así como la de la falla Los Ángeles-Infiernillo (Fariás, 2007), solamente han sido reconocidas en el cordón de Chacabuco, en el cerro Renca y el sector de Chada, y la existencia de una conexión entre ellas es inferida por Fock (2006), Fariás (2007) y Escribano (2008), pues su ubicación exacta no ha sido reconocida.

En cuanto a la edad de la actividad de este conjunto de fallas, Fock (2005) y Escribano (2008) proponen actividad de la Falla Infiernillo durante el Mioceno Superior-Plioceno, hasta el momento y con la información disponible, no existen evidencias de deformación más reciente en los depósitos cuaternarios, ni rasgos geomorfológicos que sugieran su actividad cuaternaria. Debido a lo anterior, en la actualidad no hay evidencias de que esta falla corresponda a una falla activa.

1. Aspectos sísmicos

Con respecto a los aspectos sismológicos, en los primeros mapas de peligro sísmico realizados por este Servicio (Fernández, 2003; Von Igel *et al.*, 2004) que incluyen la zona de estudio, se hicieron microzonificaciones a diferentes escalas del efecto de sitio de los depósitos sedimentarios, sin hacer menciones del posible efecto de fallas potencialmente activas.

Otros autores (Leyton *et al.*, 2010; Gálvez, 2012) realizaron zonificaciones sísmicas en el área de estudio, en las que no se analizó el efecto de fallas activas. En el sector sur poniente de Santiago, en el sector de Portezuelo de Chada, se detectaron algunos registros sísmicos de baja profundidad, pero que no están presenten en el tramo norte de la falla estudiada (Jorquera, 2008).

Por otro lado, Vergara (2015) identificó una importante diferencia de daños en edificaciones al este y oeste de la falla Infiernillo-Cerro Renca – Portezuelo de Chada, que podría explicarse en una diferencia de rigidez entre las formaciones de la roca ubicada al este y oeste de la falla. Sin embargo, esto estaría asociado a efectos del terreno y no contempla actividad reciente de esta falla.

Para el reconocimiento de fallas activas, se necesita en primera instancia una caracterización morfológica y geológica, con el fin de encontrar evidencias según su contexto particular, como rupturas superficiales o deformación del terreno en depósitos sedimentarios cuaternarios. Como caso de ejemplo, para el Sistema de Falla San Ramón, se realizó un estudio cuantitativo de la deformación asociada a escarpes de falla en el piedemonte cordillerano y su relación morfoestratigráfica con terrazas fluviales deformadas de los ríos Maipo y Mapocho, la que mostró escarpes de falla de alturas entre 200 y 3 m a lo largo (Rauld, 2011). Otros estudios realizados desde el año 2010 a la fecha, han incluido sondajes, trincheras, perfiles sísmicos, gravimetría, entre otros (Armijo *et al.*, 2010; Díaz *et al.*, 2014; Yáñez *et al.*, 2015; Menares, 2018; Yáñez *et al.*, 2020; Domínguez y Heresi, 2023; entre otros autores). Estos trabajos han permitido caracterizar de mejor manera la falla San Ramón y su actividad durante el Holoceno.



Servicio Nacional
de Geología y
Minería

Conclusión

1. Esta Subdirección, a la fecha, no cuenta con cartografía geológica de detalle que incluya toda o parte de la traza de la falla Infiernillo; ya sea en las comunas de la región Metropolitana, ni en aquellas aledañas al norte y sur de ella.
2. Si bien SERNAGEOMIN ha desarrollado estudios geológicos que incluyen, en alguna medida, parte de la traza de estas estructuras geológicas, la escala de detalle de esos trabajos (1:250.000; 1:100.000) no es suficiente para los objetivos solicitados.
3. En la actualidad, no hay evidencias de que las fallas Infiernillo y Cerro Renca sean activas, ni se han realizado estudios de detalle tendientes a determinar esta situación.

Referencias

- Aguirre, L. 1960. Geología de los Andes de Chile Central, Provincia de Aconcagua. Instituto de Investigaciones Geológicas 9: 70 p.
- Armijo, R.; Rauld, R.; Thiele, R.; Easton, G.; Campos, J.; Lacassin, R.; Kausel, E. 2010. The West Andean Thrust, the San Ramón Fault, and the seismic hazard for Santiago, Chile. *Tectonics*. 29. Doi:10.1029/2008TC002427
- Delucchi, H. 1973. Geología y geotecnia del túnel Chacabuco. Memoria de Título, Departamento de Geología, Universidad de Chile, 147 p.
- Díaz, D.; Maksymowicz, A.; Vargas, G.; Vera, E.; Contreras-Reyes, E.; Rebolledo, S. 2014. Exploring the shallow structure of the San Ramón thrust fault in Santiago, Chile (~33.5°S), using active seismic and electric methods. *Solid Earth*, vol. 5, 837-849. Doi:10.5194/se-5-837-2014
- Dominguez, H.; Heresi, P. 2023. Evaluación de la Amenaza Sísmica de la Falla San Ramón en la zona de Santiago, Chile. XIII Congreso Chileno de Sismología e Ingeniería Sísmica. Viña del mar.
- Escribano, J.J. 2008. Superficies de bajo relieve en la cordillera de Chile central entre los 32°30'S y los 33°30'S, y su relación con el alzamiento andino. Memoria de Título, Departamento de Geología, Universidad de Chile, 81 p., Santiago.
- Fernández, J.C. 2003. Respuesta sísmica de la cuenca de Santiago. Servicio Nacional de Geología y Minería. Carta Geológica de Chile. Serie Geología Ambiental No. 1.
- Farías, M., 2007. Tectónica y erosión en la evolución del relieve de los Andes de Chile Central durante el Neógeno. Thesis, Departamento de Geología, Universidad de Chile.
- Fock, A. (2005). Cronología y tectónica de la exhumación en el Neógeno de Los Andes de Chile Central entre los 33° y los 34° S. Tesis de Magíster, Universidad de Chile.
- Fock, A., R. Charrier, M. Farías, and M. A. Muñoz (2006), Fallas de vergencia oeste en la Cordillera Principal de Chile Central: Inversión de la cuenca de Abanico, *Asociación Geológica Argentina, Serie Publicación Especial*, 6, 48-55.
- Gálvez, C. 2012. Microzonificación sísmica en los sectores de Lampa y Batuco, Región Metropolitana, Chile. Memoria de Título, Departamento de Geología, Universidad de Chile: 189 p.
- Jorquera, E. 2008. Estimación del peligro sísmico en la zona andina de Chile central. Memoria de Título, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile, Santiago. 233p.
- Leyton, F., Sepúlveda, S., Astroza, M., Rebolledo, S., González, L., Ruiz, R., Foncea, C., Herrera, M. y Lavado, J. 2010. Zonificación sísmica de la cuenca de Santiago. 10mo Congreso Chileno de Sismología e Ingeniería Antisísmica. Asociación Chilena de Sismología e Ingeniería Antisísmica.
- Menares, S. 2018. Caracterización y descripción litológica y geotécnica de sondaje profundo en la Falla San Ramón, Región Metropolitana, Chile. Memoria de Título, Departamento de Geología, Universidad de Chile: 100 p.
- Padilla, H. 1981. Contribución a la geología y petrología de las rocas volcánicas e intrusivas de los Andes chilenos entre las latitudes 32°45' y 33°00' Sur. Memoria de Título, Departamento de Geología, Universidad de Chile, 329 p.



**Servicio Nacional
de Geología y
Minería**

- Rauld, R. 2011. Deformación cortical y peligro sísmico asociado a la falla San Ramón en el frente cordillerano de Santiago, Chile Central (33°S). Tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias Mención Geología. Universidad de Chile. Departamento de Geología.
- Rivano, S., Sepúlveda, P., Bořic, R., Espiñeira, D., 1993. Hojas Quillota y Portillo. 1:250.000. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile No. 73.
- Vergara, L. 2015. Relación entre las propiedades geológicas y geotécnicas de la cuenca de Santiago y los daños observados en el terreno del 27 de febrero del 2010. Tesis para optar al grado de Magister en Ciencias de la Ingeniería, Mención Ingeniería Geotécnica. Departamento de Ingeniería civil. Universidad de Chile.
- von Igel, B.; Naranjo, J.A.; Wall, R. 2004. Respuesta sísmica de la región Metropolitana de Santiago. 1:250.000. Servicio Nacional de Geología y Minería. Informe registrado IR-04-25.
- Wall, R., Sellés, D. y Gana, P. (1999). Área Tilti-Santiago, Región Metropolitana. Servicio Nacional de Geología y Minería. Mapas Geológicos No. 11.
- Yáñez, G.; Muñoz, M.; Flores-Aqueveque, V.; Bosch, A. 2015. Gravity derived depth to basement in Santiago Basin, Chile: Implications for its geological evolution, hydrogeology, low enthalpy geothermal, soil characterization and geo-hazards. *Andean Geology*, 42(2), 190–212. Doi:10.5027/andgeoV42n2-a01.
- Yáñez, G.; Perez-Estay, N.; Araya-Vargas, J.; Sanhueza, J.; Figueroa, R.; Maringue, J.; Rojas, T. 2020. Shallow Anatomy of the San Ramón Fault (Chile) Constrained by Geophysical Methods: Implications for its Role in the Andean Deformation. *Tectonics* 39 (8) Doi: 10.1029/2020TC006294.

Sin otro particular, saluda cordialmente a Ud.,

**Felipe
Espinoza
Gonzalez**

Firmado digitalmente
por Felipe Espinoza
Gonzalez
Fecha: 2024.10.01
11:48:29 -03'00'



**FELIPE ESPINOZA GONZÁLEZ
SUBDIRECTOR NACIONAL DE GEOLOGÍA (S)
SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA**

CJI/JEA/CGV/svg.

Distribución:

Sra. Isabel Valenzuela Ahumada

alcaldia@colina.cl

Sr. Patricio Durán

Patricio.Duran@colina.cl

Sr. Diego Casanave

Diego.Casanave@colina.cl

Subdirección Nacional de Geología

Depto. Geología Aplicada

Unidad de Peligros Geológicos

Unidad de Asistencias Técnicas y Emergencias Geológicas

Of. de Partes