



**REPORTE DE VISITA TÉCNICA:
CAÍDA DE ROCAS EN EL SECTOR OESTE DEL CERRO
DIVISADERO, COMUNA DE COYHAIQUE, REGIÓN DE
AYSÉN DEL GENERAL CARLOS IBÁÑEZ DEL CAMPO.**

Mónica Marín, Constanza Casanova y Patricio Palma



INFORME TÉCNICO

SUBDIRECCIÓN NACIONAL DE GEOLOGÍA

2022

REPORTE DE VISITA TÉCNICA: CAÍDA DE ROCAS EN EL SECTOR OESTE DEL CERRO DIVISADERO, COMUNA DE COYHAIQUE, REGIÓN DE AYSÉN DEL GENERAL CARLOS IBÁÑEZ DEL CAMPO.

INFORME TÉCNICO, 2022

© Servicio Nacional de Geología y Minería. Av. Santa María 0104, Casilla 10465, Santiago, Chile.

Director Nacional: Alfonso Domeyko L.

Subdirector Nacional de Geología/Minería: Alejandro Cecioni R

Este informe se puede difundir o reproducir libremente, siempre y cuando se cite la fuente.

Tipo de Informe Técnico: Asistencia Técnica

Unidad Ejecutora: Unidad de Asistencias Técnicas y Emergencias Geológicas, Santiago.

Revisado por: Carolina Jara, Encargada de la Unidad de Asistencias Técnicas y Emergencias Geológicas y Alejandro Alfaro, Encargado de la Unidad de Peligros Geológicos y Ordenamiento Territorial.

Referencia bibliográfica:

Marín, M.; Casanova, C.; Palma, P. 2022. Reporte de visita técnica: Caída de rocas en el sector oeste del cerro Divisadero, comuna de Coyhaique, región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo. Servicio Nacional de Geología y Minería, informe técnico (inédito): 14 p. Santiago.

Portada: Afloramientos rocosos de la Formación Divisadero.

Fotografía: Mónica Marín tomada el 30/10/2021. Cámara Canon EOS 90D

Este Informe inédito está disponible en Biblioteca del Servicio Nacional de Geología y Minería, Santiago: <http://www.biblioteca.sernageomin.cl>

1 Contenido

1	INTRODUCCIÓN	4
2	UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO	5
3	GEOLOGÍA DE LA ZONA VISITADA.....	5
4	ANTECEDENTES DEL AREA DE ESTUDIO	6
5	ANÁLISIS DEL PROCESO.....	7
6	OBSERVACIONES DE TERRENO	9
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	13
8	REFERENCIAS	14

FIGURAS

FIG.1. En el cuadro amarillo se enmarca la ubicación de la zona de generación y alcance de caída de rocas, desde el lado oeste del Cerro Divisadero, cercano a la cúpula del Cerro El Fraile y Cerro Mackay. (Imagen tomada de Google Earth).

FIG 2. Unidades Geológicas presentes en el área de estudio (tomado de Quiroz, el tal. (2013), el círculo rojo indica la ubicación de la zona de desprendimiento de caída de rocas, correspondiente a la Formación Divisadero.

FIG 3. Mapa de peligro de remociones en masa de Coyhaique, escala 1:25.000 (Fuente: Quiroz, 2013), el cuadrado negro indica la zona de generación de las remociones en masa de tipo caída de rocas y flujos de este informe.

FIG. 4 Esquema típico del proceso de caída de rocas (Modificado de Proyecto Multinacional Andino, 2007).

FIG 5. Vista general del sector visitado. La flecha negra indica la zona desde donde se desprendieron las rocas y las flechas rojas, muestran los estratos rocos (oscuros) desde donde se pueden desprender rocas, pertenecientes a la Formación Divisadero.

FIG. 6 Registro sísmico para el 8/9/2021, tomado de <https://www.sismologia.cl/>

FIG 7. El círculo rojo, indica la zona de desprendimiento de caída de rocas, perteneciente a la Formación Divisadero.

FIG 8. En las figuras se muestra la zona de generación y alcance de caída de rocas, sector Bosque.

FIG 9. Árboles impactados por las rocas, que se desprendieron desde la parte alta del Cerro Divisadero.

FIG. 10. Se muestra un remante de flujo de lodo por deshielo en el mismo sector de la ladera y zona de alcance de caída de rocas.

FIG 11. Rocas depositadas en la ladera cubiertas por material vegetal que indican que son anteriores a las ocurridas en septiembre 2021.

REPORTE DE VISITA TÉCNICA: CAÍDA DE ROCAS EN EL SECTOR OESTE DEL CERRO DIVISADERO, COMUNA DE COYHAIQUE, REGIÓN DE AYSÉN DEL GENERAL CARLOS IBÁÑEZ DEL CAMPO.

1 INTRODUCCIÓN

El día 8 de septiembre de 2021 se registró una caída de rocas desde la ladera oeste del cerro Divisadero, también conocido como cerro Negro, esta remoción no generó daños en infraestructura cercana ya que las rocas alcanzaron solo un sector con bosque, sin embargo, si quedó registrada en video (FIG 1.) por personas que viven cerca.

A solicitud de vecinos de la zona a la Encargada de la Oficina Técnica de Coyhaique, la señora Andrea Aguilar, el día 30 de noviembre del 2021, se realizó una visita al sector en cuestión con el objetivo de levantar información que permitiera caracterizar el evento y sugerir recomendaciones para el lugar, además de tomar fotografías con el dron para identificar la zona de origen del desprendimiento principal y las zonas de alcance, por tal motivo se recorrió la zona con el dueño del terreno que fue afectado por el alcance de las caídas de rocas para que nos indicara como llegar al sitio.

En dicha visita asistieron las geólogas Constanza Casanova y Mónica Marin, para levantar más antecedentes y características del evento. Se visitó el sector afectado por las remociones en masa y, además, en compañía de personal la Oficina Técnica de Coyhaique Patricio Palma y el dueño del predio afectado.

2 UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

El evento reportado, se localiza en la región de Aysén, provincia General Carrera, comuna de Coyhaique, en el cordón cerro Divisadero lado oeste, también conocido como cerro Negro, cercano a la cúpula del cerro El Fraile, (FIG. 1).

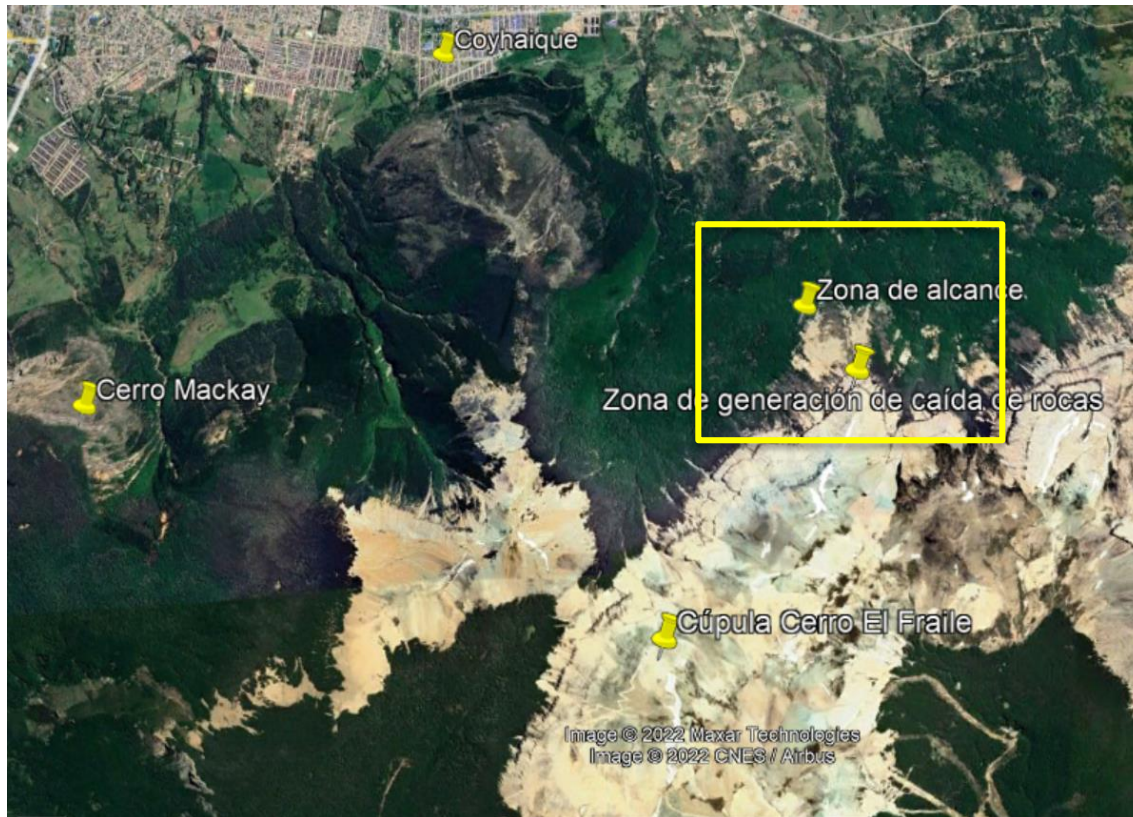


FIG.1. En el cuadro amarillo se enmarca la ubicación de la zona de generación y alcance de caída de rocas, desde el lado oeste del Cerro Divisadero, cercano a la cúpula del Cerro El Fraile y Cerro Mackay. (Imagen tomada de Google Earth).

El sector alcanzado por la caída de rocas corresponde a un bosque de lengas, de propiedad privada con coordenadas UTM (732881.89 E y 4945444.68 S). Las rocas se desprendieron desde una altura de 1.300 m de desnivel aproximadamente, desde el lado oeste del cerro Divisadero.

3 GEOLOGÍA DE LA ZONA VISITADA

De acuerdo con Quiroz, *et al.* (2013), las unidades geológicas presentes en el área de estudio corresponden a rocas de ambiente volcánico sedimentario en particular la zona de generación de las remociones en masa de tipo cada provienen de la Formación Divisadero, compuesta por rocas piroclásticas y volcano-sedimentarias estratificadas, las cuales se describe a continuación:

Formación Divisadero, Kid (Aptiano) (Heim, 1940) Corresponde a una sucesión de rocas volcano-clásticas y volcánicas bien estratificadas, de composición

eminentemente ácida, cuya área de mejor exposición se encuentra en el cordón de cerros Divisaderos, donde alcanzan, como mínimo, 800 m de espesor. Está constituida por una amplia variedad de rocas piroclásticas dacíticas y riolíticas, con presencia subordinada de lavas, domos e intrusivos hipabisales, todas de carácter calco-alkalino (Belmar, 1996).

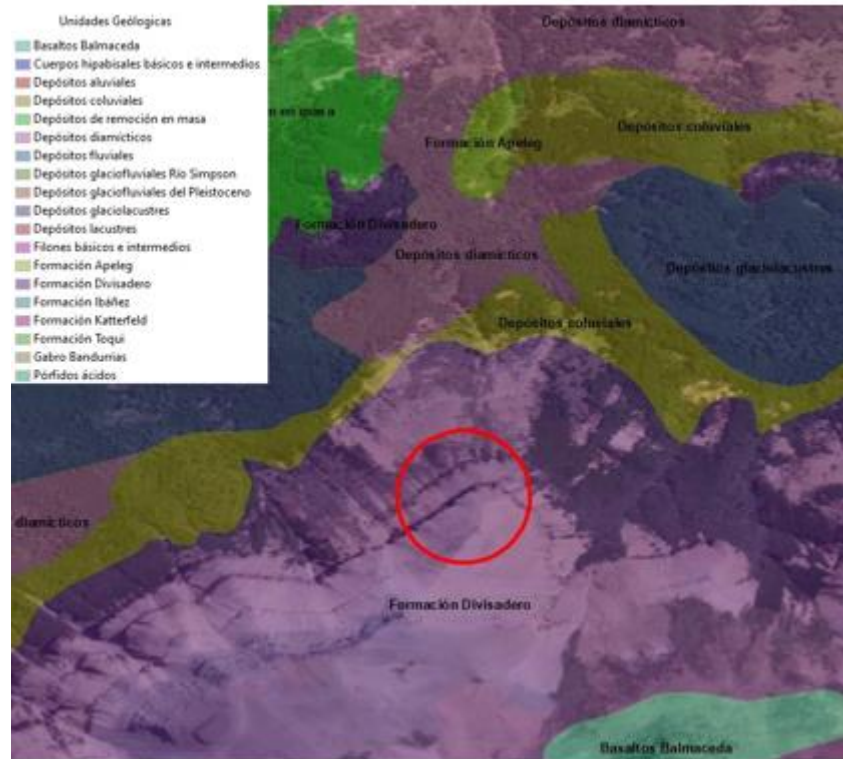


FIG 2. Unidades Geológicas presentes en el área de estudio (tomado de Quiroz, *et al.* (2013), el círculo rojo indica la ubicación de la zona de desprendimiento de caída de rocas, correspondiente a la Formación Divisadero.

En la base de la ladera, en la zona de alcance por caída de rocas, se observan depósitos glacio-lacustres, correspondiente a arcillas, limos y arena de grano fino, que conforman depósitos horizontales con laminación rítmica.

4 ANTECEDES DEL AREA DE ESTUDIO

Según el mapa de peligro de remociones en masa de Coyhaique elaborado por Mella y Derch, (2013) a escala 1:25.000, la zona de estudio tanto la zona de generación como de alcance de caída de roca, está incluido dentro de las "Zonas de alto peligro de remociones en masa" (FIG. 3). Este mapa incluye los sectores con pendientes elevadas y de alta recurrencia de remociones en masa

localizados en el Cordón Divisadero, en los escarpes de los ríos Simpson y Coyhaique y en la ruta 7 al norte de la ciudad.

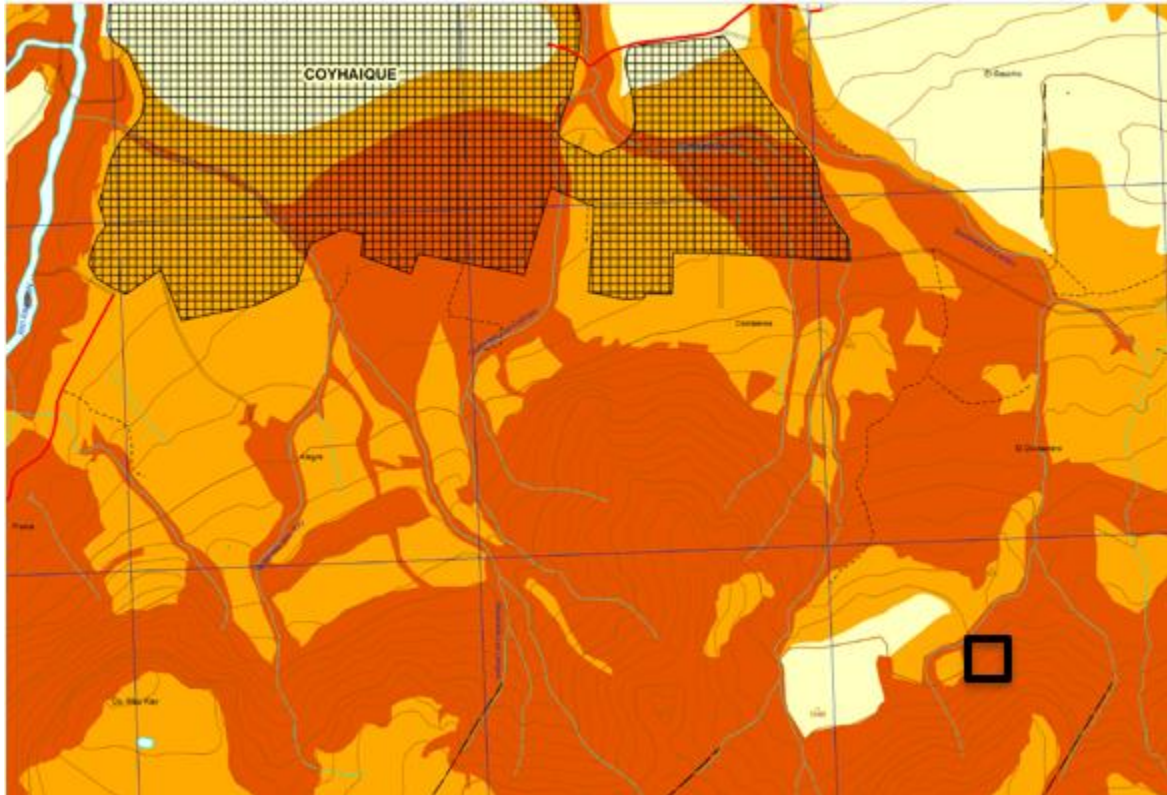


FIG 3. Mapa de peligro de remociones en masa de Coyhaique, escala 1:25.000 (Fuente: Quiroz, 2013), el cuadrado negro indica la zona de generación de las remociones en masa de tipo caída de rocas y flujos de este informe.

5 ANÁLISIS DEL PROCESO

Sobre la base de las observaciones de campo y los antecedentes recopilados, el fenómeno geológico ocurrido en el sector corresponde al de caída de rocas. En general, este tipo de procesos se debe al fracturamiento de laderas rocosas, y pueden ser originados a partir de deslizamientos, planos o en cuña, de porciones del cuerpo de roca, pero también es posible que las caídas se originen desde depósitos adosados al pie de laderas escarpadas. En la FIG. 4, se muestra un perfil esquemático de cómo se desarrollan este tipo de procesos de remoción en masa. Dadas las condiciones de la ladera, particularmente la alta pendiente, sin desarrollo de suelo ni cubierta vegetal, es esperable que durante lluvias intensas y/o sismos, se generen caídas de roca desde la ladera o desde zonas altas de depósitos coluviales en condiciones inestables. Sin embargo, también se pueden producir desprendimientos debido a la intemperización propia del lugar (crioclastia: proceso persistente de rotura del material rocoso producto de la expansión por congelamiento del agua contenida en sus discontinuidades mayores: diaclasas, planos de estratificación y fracturas, también se le denomina gelifracción), deshielo y/o a intervención antrópica de las laderas.



FIG. 4. Esquema típico del proceso de caída de rocas (Modificado de Proyecto Multinacional Andino, 2007).

La zona de generación de caída de roca desde el Cerro Divisadero se encuentra ubicada aproximadamente a una altura de 1.300 m s.n.m. y la zona de alcance de rocas está ubicada a 953 m aproximadamente, por ende, una diferencia de altura de caída de 347 m aprox.

Se revisó en la página de sismología Chile para confirmar algún sismo importante en la zona de estudio, pero no había ningún evento de una magnitud importante que pudiera haber generado dicha caída en la zona de estudio, ver FIG. 5.

Fecha Local	Fecha UTC	Latitud	Longitud	Profundidad (m)	Magnitud	Referencia
2021-09-08 18:41:40	2021-09-08 21:41:46	-31.888	-72.951	26.9	5.3 M	56 km al O de Los Vilos
2021-09-08 18:38:25	2021-09-08 18:38:25	-35.123	-79.521	44.9	3.3 M	49 km al O de Tiquique
2021-09-08 14:34:13	2021-09-08 17:34:53	-31.999	-72.987	26.1	3.6 M	59 km al O de Los Vilos
2021-09-08 14:18:22	2021-09-08 17:18:32	-31.992	-79.913	85.4	2.9 M	19 km al S de Mina Los Peloncillos
2021-09-08 11:37:28	2021-09-08 18:37:28	-36.971	-81.880	95.9	3.4 M	188 km al SE de Pangua Pica
2021-09-08 11:18:23	2021-09-08 18:18:23	-21.128	-68.879	113.9	3.5 M	41 km al SO de Mina Cobalvaes
2021-09-08 08:19:20	2021-09-08 11:19:20	-48.568	-77.901	25.0	3.1 M	381 km al SO de Maitica
2021-09-08 07:11:14	2021-09-08 18:11:14	-21.935	-68.389	143.1	4.1 M	48 km al E de Otago
2021-09-08 04:06:48	2021-09-08 07:06:48	-24.099	-67.342	106.8	3.0 M	79 km al SE de Socoma
2021-09-07 23:18:06	2021-09-08 02:18:06	-21.148	-68.536	127.9	2.7 M	31 km al O de Otago

FIG. 5. Registro sísmico para el 8/9/2021, tomado de <https://www.sismologia.cl/>

También se revisaron las estaciones mas cercanas a la zona de estudio correspondientes a las estaciones Simpson Bajo Junta y Coyhaique de la página de Vismet (<https://vismet.cr2.cl/>) y no hay registro de lluvias previas ni el mismo día del evento.

6 OBSERVACIONES DE TERRENO

Es importante mencionar que la zona de alcance de rocas corresponde a una zona boscosa sin ningún tipo de infraestructura local existente.

En todo el sector visitado, en general, se observó una morfología con laderas de pendiente moderada a alta, en la cima del cerro Divisadero se observaron con afloramientos rocosos de color oscuro perteneciente a la Formación Divisadero, con casi nada de desarrollo de capa vegetal en la cima, pero con abundante vegetación en la ladera y zona de alcance de remociones en masa FIG.6.



FIG 6. Vista general del sector visitado. La flecha negra indica la zona desde donde se desprendieron las rocas y las flechas rojas muestran los estratos rocos (oscuros) desde donde se pueden desprender otras rocas, pertenecientes a la Formación Divisadero.

En la FIG.7 se observa una ubicación general de la zona de estudio y la zona de generación de las caídas de rocas, las cuales se pueden desprender desde cualquier parte de los estratos más oscuros de la Formación Divisadero.



FIG 7. El círculo rojo, indica la zona de desprendimiento de caída de rocas, perteneciente a la Formación Divisadero. Fotografías desde diferentes ángulos.

El ingreso al sector se realizó en compañía del dueño del predio, el que corresponde a la parte alta del bosque, dicho sector fue alcanzando por varias caídas de rocas y flujos tal y como se muestra en las Figs. 8 y 9, de acuerdo con la topografía del lugar, en dichas figuras se puede ver claramente la zona de desprendimiento de rocas y la zona de alcance, FIG. 8.



FIG 8. En las figuras se muestra la zona de generación y alcance de caída de rocas, sector Bosque.

También se observaron algunos árboles golpeados por el impacto de las rocas con tamaños entre 1m y 50cm de largo, FIG. 9.



FIG 9. Árboles impactados por las rocas, que se desprendieron desde la parte alta del Cerro Divisadero

En terreno también se pudo observar otro tipo de remociones en masa no solo caída sino también la presencia de flujos de arena y de detritos provenientes de la ladera cercana a la zona de generación de caída, FIG. 10, los que se atribuyen al deshielo cercanos a la fecha de 8 de septiembre 2021. Se desconoce si las remociones en masa ocurrieron simultáneamente en este sector.

Según el dueño de la propiedad estos procesos ya habían ocurrido anteriormente por lo que es una zona recurrente de alcance de remociones en masa de este tipo.



FIG. 10. Se muestra un remante de flujo de lodo por deshielo en el mismo sector de la ladera y zona de alcance de caída de rocas.

Además, se pudo observar antiguas caídas de rocas que no reportadas, donde alrededor ya creció vegetación (FIG. 11), lo que confirma una zona con alto peligro de alcance por remociones en masa, tal y como se mostró anteriormente en la FIG. 3.



FIG 11. Rocas depositadas en la ladera cubiertas por material vegetal que indican que son anteriores a las ocurridas en septiembre 2021.

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Acorde a los antecedentes presentados en los apartados anteriores, se concluye que el día 8 de septiembre de 2021, ocurrieron una serie de remociones en masa de tipo caída de roca, generadas en la parte alta del lado oeste del cerro Divisadero y las cuales alcanzaron la parte del bosque ubicado en la ladera de este, además en dicha ladera se observaron flujos de detritos y varias rocas con inestabilidad junto con surcos dejados por procesos de erosión activos.

Sobre la base de los antecedentes disponibles, no es posible esclarecer cuál es el factor que detonó esta serie de caída de rocas, ya que no hay registro de sismos de intensidad moderada en el sector, ni lluvias intensas previas ni tampoco intervención antrópica cercana. En primera instancia se considera que este proceso se puede deber a debilidad del material rocoso asociado a procesos de crioclastia. También se registraron flujos de lodo atribuidos al deshielo en el lugar, pero se desconoce la fecha de generación, estos últimos se pueden asociar al derretimiento de la nieve presente en la ladera (observado en el video de la red social Facebook) lo puede indicar un aumento en la temperatura días previos al evento y favorecer un proceso de reacomodo del material en la zona inestable del depósito.

El sector visitado y gran parte del cerro Divisadero, se consideran según los mapas de Sernageomin (Quiroz *et al.*, 2013), como una zona de peligro alto de remociones en masa, donde los afloramientos rocosos de la Formación Divisadero pueden generar este tipo de procesos en otros sectores del cerro y debe ser identificado como un sector crítico para la generación de remociones en masa.

La visita a terreno realizada el día 30 de noviembre de 2021 al sector base de la ladera oeste del cerro Divisadero, permitió evaluar las condiciones geológicas de la zona donde se registraron remociones en masa de tipo caída y flujos, algunas rocas se desprendieron desde la parte alta del cerro, donde la geología del sector incluye, principalmente, rocas volcánicas de la Formación Divisadero (rocas volcano-clásticas), depósitos de remoción en masa antiguos y depósitos coluviales. Estos últimos dispuestos al pie de la ladera.

Los fenómenos de caída de rocas como el ocurrido, son comunes en laderas escarpadas y, aún más, son frecuentes en ambientes cordilleranos, por lo que estos seguirán ocurriendo en esta zona y otros similares del sector. Los eventos desencadenantes para la caída de rocas son variados, e incluyen sismos, lluvia, procesos de deshielo, fatiga del material rocoso, entre otros; muchos de ellos propios del ambiente con relieves escarpados.

Es importante mencionar que la caída de las rocas proveniente desde el cerro Divisadero fue grabada por personas locales, el link al video está en las referencias de las páginas visitadas.

Se recomienda atender los siguientes aspectos:

Dada las condiciones geológicas y geográficas del sector, se debe mantener especial atención en periodos de lluvias y nevadas, o después de sismos de moderada intensidad, ya que se podrían generar zonas inestables en el terreno y propiciar nuevos procesos de caída de rocas o rodados.

Es necesario que todas las actividades realizadas en ambiente de cordillera consideren un plan de contingencia, y quienes las realizan, debiesen ser conscientes de los peligros naturales a los que se exponen.

Se recomienda capacitar a quienes visitan o ejecutan actividades en sectores identificados como peligrosos como el sector Bosque mencionado en este informe, e igualmente a los funcionarios de las instituciones involucradas en esas actividades o aquellas que tienen influencia en esos territorios como CONAF, en temáticas de peligros geológicos y gestión de emergencias, entre las que se incluyen caída de rocas, deslizamientos y flujos de detritos (aluviones).

Se recomienda la instalación de señalética que advierta el tipo de peligros a los que se está expuesto en el lugar, atendiendo a que se trata de un sector escarpado "geológicamente activo" y que existe peligros como caída de rocas, deslizamientos y aluviones que podrían afectar a los visitantes en la parte del Bosque y zonas cercanas al Cerro Divisadero, estas actividades deben ser realizadas por los organismos públicos y/o privados involucrados y competentes tales como la Corporación Nacional Forestal CONAF, Municipalidad de Coyhaique, el Ministerio de Obras Públicas o quien corresponda .

8 REFERENCIAS

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. 2007. Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional 4: 432 p., 1 CD-ROM.

Quiroz, D.; Mella, M.; Cáceres, D.; Duhart, P. 2013. Geología para el ordenamiento territorial del área de Coihaique. Peligros geológicos: Remociones en masa. Servicio Nacional de Geología y Minería. Informe Registrado IR-13-51. 116 p., 3 mapas escala 1:25.000.

Páginas consultadas:

https://www.facebook.com/101356174698243/videos/590391648644472/?extid=WA-UNK-UNK-UNK-AN_GK0T-GK1C&ref=sharing

<https://www.sismologia.cl/>

<https://vismet.cr2.cl/>