

CARACTERIZACIÓN DE REMOCIONES EN MASA: LADERA ANGELMÓ Y CALLE ECUADOR, COMUNA DE PUERTO MONTT, REGIÓN DE LOS LAGOS



Paul Duhart O.



INFORME TÉCNICO

SUBDIRECCIÓN NACIONAL DE GEOLOGÍA

CARACTERIZACIÓN DE REMOCIONES EN MASA: LADERA ANGELMÓ Y CALLE ECUADOR, COMUNA DE PUERTO MONTT, REGIÓN DE LOS LAGOS

INFORME TÉCNICO, 2023

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

Director Nacional: Patricio Aguilera P.

Subdirector Nacional de Geología: Alejandra Ávila N.

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

Tipo de informe: Informe Técnico

Unidad Ejecutora: Oficina Técnica de Puerto Varas.

Revisado por: David Quiroz P., jefe de Oficina Técnica Puerto Varas.

Edición

Este informe no ha sido editado en conformidad con estándares y/o nomenclaturas de la Subdirección Nacional de Geología del SERNAGEOMIN.

Referencia bibliográfica:

Duhart P. 2023. Caracterización de remociones en masa: ladera Angelmó y calle Ecuador, comuna de Puerto Montt, región de Los Lagos. Informe Técnico (Inédito), Servicio Nacional de Geología y Minería: 15 p. Santiago.

Portada: imagen Dron de deslizamiento en sector ladera Angelmó.

Este Informe inédito está disponible en Biblioteca del Servicio Nacional de Geología y Minería, Santiago:

<https://catalogobiblioteca.sernageomin.cl>

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	5
2	ANTECEDENTES.....	6
3	OBSERVACIONES DE TERRENO Y ANÁLISIS	10
3.1	Ladera Angelmó	10
3.2	Calle Ecuador	11
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	14
5	REFERENCIAS	14

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Imagen satelital del área portuaria de Puerto Montt, donde se destaca la ubicación de remociones en masa de ladera Angelmó (1) y calle Ecuador (2).	5
Figura 2.	Extracto de mapa 'Geología Básica y Sitios propuestos de Patrimonio Geológico' (Antinao y otros, 2000) a escala 1:100.000, que muestra la distribución de diferentes unidades geológicas presentes en el área urbana de Puerto Montt.	6
Figura 3.	Mapa 'Geoambiental Síntesis de la ciudad de Puerto Montt y su entorno urbano (Antiano y otros, 2000), donde se destaca en rojo las zonas de alto peligro. Se observa que la 'Ladera Angelmó' y el área de ocurrencia de la RM del día 07.09.23 corresponden a áreas de alto peligro de afectación por remociones en masa. Estrella azul indica el lugar de ocurrencia de la remoción en masa del 07.09.23.....	7
Figura 4.	Gráfico de umbral de precipitaciones en la ciudad de Puerto Montt (Derch, 2008).	8
Figura 5.	Fotografía del área del sector portuario (Kurt Grassau, 1958. Gentileza de E. Olsen viuda de Grassau, facilitada a SERNAGEOMIN con fines educativos y científicos). Se distingue, a la izquierda de la fotografía, remoción en masa ocurrida en el invierno de 1957 en Ladera Angelmó, indicada por flecha roja.	9
Figura 6.	Fotografía aérea del área del sector portuario (Kurt Grassau, 1962. Gentileza de E. Olsen viuda de Grassau, facilitada a SERNAGEOMIN con fines educativos y científicos). Se distingue, a la izquierda de la fotografía, remoción en masa ocurrida en el invierno de	

1957 en Ladera Angelmó. En línea roja se muestra el escarpe de la remoción en masa y la flecha roja indica la dirección de movimiento. 9

Figura 7. Imagen Dron que muestra superficie de deslizamiento (escarpe) inmediatamente en la parte posterior de las viviendas del pasaje Central consignadas con los números 35A y 35B. 10

Figura 8. Fotografía de fractura con abertura centimétrica en ‘radier’ de la parte posterior de la vivienda de calle Central 35B. 11

Figura 9. Imagen Dron del deslizamiento del 1 de agosto de 2023. En línea roja se muestra el escarpe de la remoción en masa y la flecha roja indica la dirección de movimiento. Se representa, además, en estrella amarilla la ubicación de bloques colgantes de arenas y cornisas que pueden colapsar en un futuro cercano. 12

Figura 10. Fotografía de depósito de remoción en masa. Se observa la presencia de arenas con menor contenido de gravas redondeadas y bloques de arenas cuyo diámetro mayor alcanza a 1 m. 13

Figura 11. Fotografía de depósito que impactó Calle Ecuador el 01 de agosto de 2023 constituido, principalmente, por bloques de arenas. 13

CARACTERIZACIÓN DE REMOCIONES EN MASA: LADERA ANGELMÓ Y CALLE ECUADOR, COMUNA DE PUERTO MONTT, REGIÓN DE LOS LAGOS

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento responde a requerimientos de SENAPRED (CAT Los Lagos), según correos electrónicos, que indican: i) que el día 1 de agosto 'se registró un desprendimiento de tierra en Calle Ecuador de la comuna de Puerto Montt' y se solicita concurrir al lugar y preparar informe técnico; ii) que el día 7 de septiembre 'se registró una remoción en masa del tipo deslizamiento de tierra en Calle Central No. 35, Puntilla Mirador, sector Mirasol de la comuna de Puerto Montt' y se solicita concurrir al lugar y preparar informe técnico.

Con el objetivo de dar respuesta a estas solicitudes, quien suscribe, realizó una visita a los sectores de ladera Angelmó y calle Ecuador (Figura 1) el viernes 8 de septiembre y preparó este informe técnico, sobre la base de observaciones de terreno y antecedentes disponibles.



Figura 1. Imagen satelital del área portuaria de Puerto Montt, donde se destaca la ubicación de remociones en masa de ladera Angelmó (1) y calle Ecuador (2).

2 ANTECEDENTES

2.1 Geología

La ciudad de Puerto Montt se emplaza sobre superficies de lomajes suaves y terrazas que se asocian el avance y retroceso de glaciares y que corresponden a depósitos sedimentarios no consolidados de origen glacial (Figura 2). En efecto, los lomajes corresponden a 'morrenas' o depósitos dejados directamente por la acción (empuje) del hielo, el cual avanzó desde la Cordillera Principal de Los Andes hacia la Depresión Intermedia, mientras que las planicies corresponden a depósitos formados a partir de sedimentos transportados y depositados por torrentes glaciares producto de la fusión del hielo.



Figura 2. Extracto de mapa 'Geología Básica y Sitios propuestos de Patrimonio Geológico' (Antinao y otros, 2000) a escala 1:100.000, que muestra la distribución de diferentes unidades geológicas presentes en el área urbana de Puerto Montt.

El mapa 'Geología Base y Sitios Propuestos de Patrimonio Geológico' (Antinao y otros, 2000) indica que el área del sector portuario está constituida de depósitos morrenicos (Plm1) y por depósitos glaciofluviales (Plgf1). Los depósitos morrenicos (Plm1) corresponden a diamictos de granulometría heterogénea, macizos y sin estratificación, mal clasificados, que incluyen bloques métricos hasta

limos y arcillas, con formas subredondeadas a subangulosas. Los depósitos glaciofluviales (Plgf1) consisten en gravas con moderada a buena selección con bajo porcentaje de matriz arenosa, generalmente interstratificados con lentes o estratos de arena.

2.2 Peligros de remociones en Masa

Según el mapa 'Geoambiental Síntesis de la ciudad de Puerto Montt y su entorno urbano' (Antinao y otros, 2000), a escala 1:20.000, que representa los peligros geológicos por remoción en masa de Puerto Montt y sus entornos, el sector de Ladera Angelmó fue caracterizado como una "zona de alto peligro por remociones en masa" (Figura 3). Como recomendación, Antinao y otros (2000) sugieren "prohibir cualquier asentamiento humano, de preferencia mantener como áreas silvestres o áreas verdes. La construcción de caminos debe hacerse con el apoyo de estudios geotécnicos".

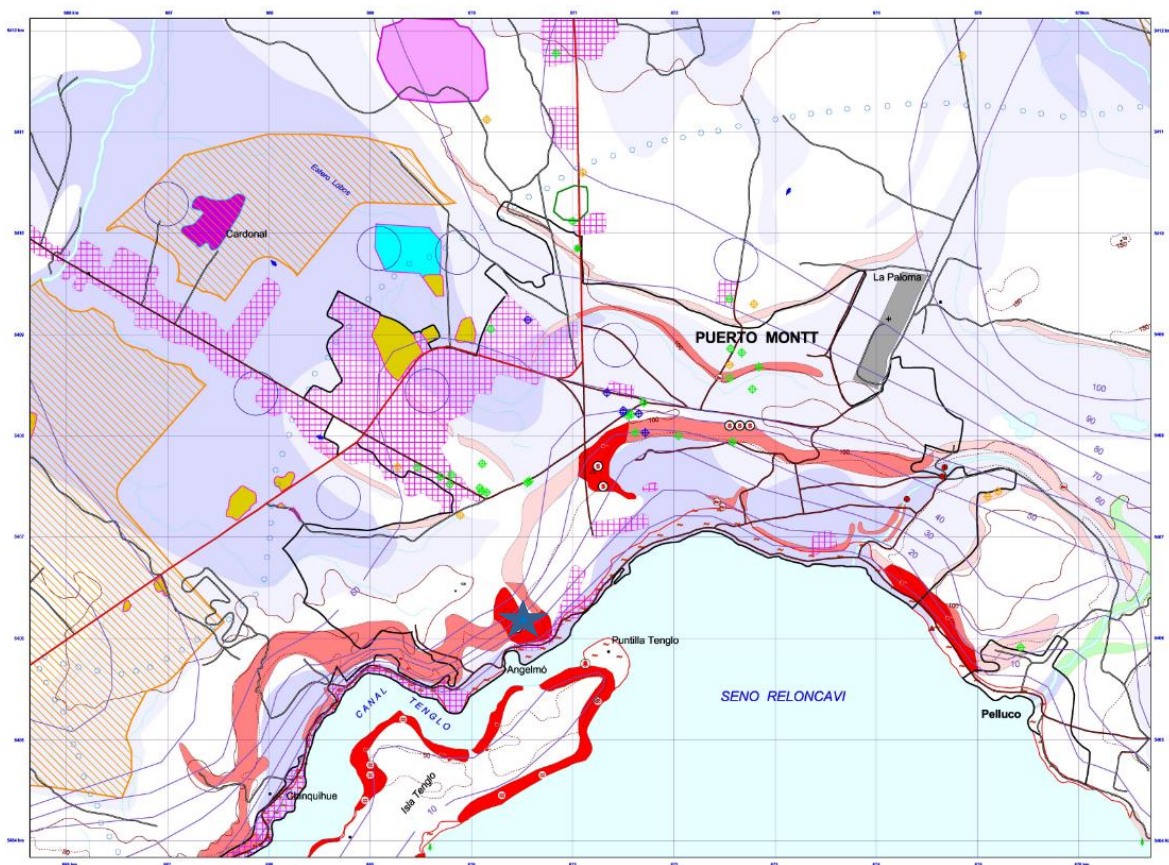


Figura 3. Mapa 'Geoambiental Síntesis de la ciudad de Puerto Montt y su entorno urbano' (Antinao y otros, 2000), donde se destaca en rojo las zonas de alto peligro. Se observa que la 'Ladera Angelmó' y el área de ocurrencia de la RM del día 07.09.23 corresponden a áreas de alto peligro por remociones en masa. Estrella azul indica el lugar de ocurrencia de la remoción en masa del 07.09.23.

Por otra parte, Derch (2008) generó un análisis histórico que relaciona la acumulación de lluvia caída con la ocurrencia de remociones en masa para la ciudad de Puerto Montt. En este análisis, las

precipitaciones acumuladas en 3 días sobre 40 mm y de 10 mm el día del evento, son valores umbrales de generación de remociones en masa en la ciudad de Puerto Montt (Figura 4).

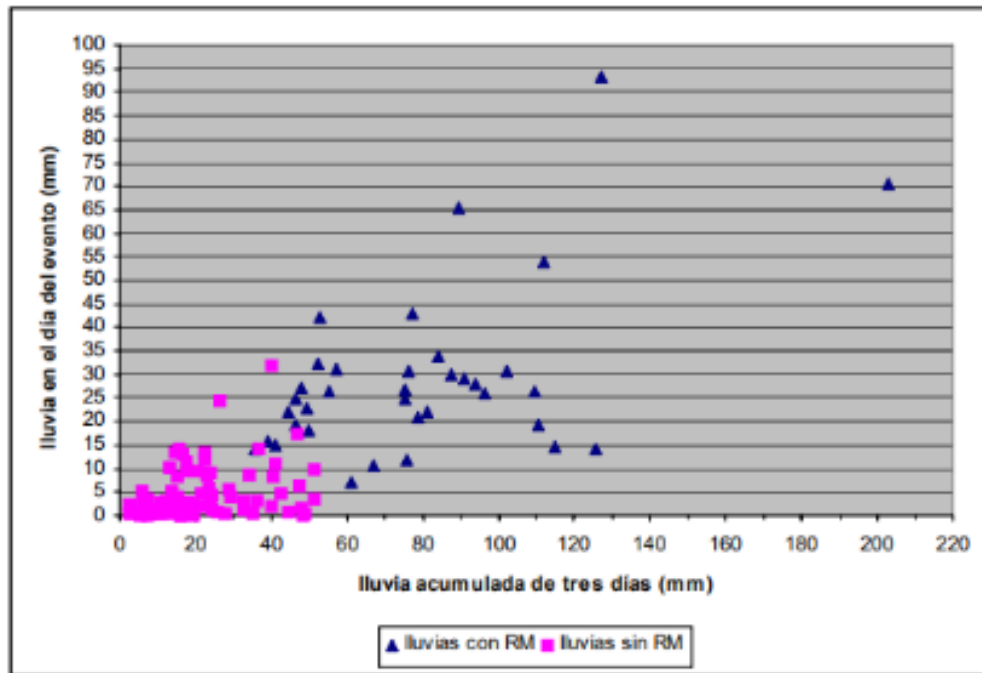


Figura 4. Gráfico de umbral de precipitaciones en la ciudad de Puerto Montt (Derch, 2008).

2.3 Remociones en Masa Históricas

Antecedentes históricos disponibles, particularmente, fotografías panorámicas antiguas de la ciudad de Puerto Montt (Figuras 5 y 6), dan cuenta de la ocurrencia de eventos de remociones en masa en el pasado. En efecto, fotografías de Kurt Grassau (1958, 1962), que incluye la Ladera Angelmó, muestra una remoción en masa de gran volumen ocurrida el año 1957. Esta remoción en masa ocurrió en una ladera de alta pendiente (sobre 70°), presenta una corona en forma de medialuna, de aproximadamente 200 m de extensión, y su depósito cubrió parte importante de la base de la quebrada. El depósito, consistente principalmente de arenas y limos, alcanzó una potencia del orden de 4 m, según recortes de prensa de la época, y sepultó varias habitaciones bajo barro y arena.

Por otra parte, en el sector de Calle Ecuador, la ocurrencia de remociones en masa se relaciona con taludes antrópicos, construidos para ampliar patios y con ello aumentar superficies para viviendas, o con la apertura de calles. En efecto, una remoción en masa impactó la parte posterior de una vivienda en calle Ecuador (Garrido y Sepúlveda, 2018) y varios reportes de prensa dan cuenta de deslizamientos y caída de bloques en el talud de calle Ecuador entre calles Constitución y Linares.



Figura 5. Fotografía del área del sector portuario (Kurt Grassau, 1958. Gentileza de E. Olsen viuda de Grassau, facilitada a SERNAGEOMIN con fines educativos y científicos). Se distingue, a la izquierda de la fotografía, remoción en masa ocurrida en el invierno de 1957 en Ladera Angelmó, indicada por flecha roja.



Figura 6. Fotografía aérea del área del sector portuario (Kurt Grassau, 1962. Gentileza de E. Olsen viuda de Grassau, facilitada a SERNAGEOMIN con fines educativos y científicos). Se distingue, a la izquierda de la fotografía, remoción en masa ocurrida en el invierno de 1957 en Ladera Angelmó. En línea roja se muestra el escarpe de la remoción en masa y la flecha roja indica la dirección de movimiento.

3 OBSERVACIONES DE TERRENO Y ANÁLISIS

3.1 Ladera Angelmó

Durante el trabajo en terreno se verificó la ocurrencia de una remoción en masa en la parte alta de la ladera Angelmó (UTM N: 5.405.794; UTM E: 670.299), a una elevación de 103 m s.n.m., inmediatamente tras el escarpe de la remoción en masa del año 1957. La remoción en masa, del tipo deslizamiento, incluyó un depósito glaciogénico (glaciofluvial) conformado por arenas y limos, suelo y cobertura vegetal tipo arbustiva. El deslizamiento tiene un escarpe de aproximadamente 15 m, con un alcance de 20 m y una profundidad promedio de 1 m, y una superficie desprovista de vegetación (Figura 7). Se estima que el volumen movilizado por este deslizamiento alcanzó a 75 m³. No fue posible acercarse al depósito debido a la pendiente e inestabilidad del terreno.



Figura 7. Imagen Dron que muestra superficie de deslizamiento (escarpe) inmediatamente en la parte posterior de las viviendas del pasaje Central consignadas con los números 35A y 35B.

Se observó, además, que en el lugar existen obras de contención artesanales realizadas por los propietarios de las viviendas consistentes en planchas de zinc y estacones escalonados con la finalidad de contener la ladera. Sin embargo, dadas la pendiente y el bajo grado de consolidación de los depósitos glaciogénicos que constituyen la ladera, estas obras no son capaces de contener el depósito y se encuentran colapsadas. El desplazamiento de estas obras indica que la ladera se

encuentra activa, al menos, en su parte superficial. Por otra parte, se observó que colectores de aguas lluvias de algunas viviendas, descargan directamente a la ladera, propiciando condiciones de saturación.

El deslizamiento provocó el avance del escarpe y, actualmente, las viviendas de pasaje Central 35 se encuentran a una distancia de 2 m tras el escarpe. También, se observó una fractura de abertura centimétrica en el 'radier' de la vivienda de calle central 35B con una de las partes levemente inclinada en la dirección del escarpe (Figura 8).



Figura 8. Fotografía de fractura con abertura centimétrica en 'radier' de la parte posterior de la vivienda de calle Central 35B.

3.2 Calle Ecuador

Durante el trabajo en terreno se verificó la ocurrencia de una remoción en masa asociada con el talud construido para la apertura de calle Ecuador (UTM N: 5.406.157; UTM E: 670.639), obra que permitió conectar esta calle con el área portuaria. En efecto, se verificó la ocurrencia de una remoción en masa del tipo deslizamiento y caída de bloques (Figura 9) asociados con un talud vertical que desde la base del depósito hasta la parte alta del escarpe mide, aproximadamente, 15 m. El material deslizado corresponde, principalmente, a un depósito glaciogénico (glaciofluvial) constituido por

arenas y limos con menor cantidad de gravas (Figura 10), que en el escarpe del depósito presentan estratificación planar-horizontal, además de suelo y cobertura vegetal arbustiva. El deslizamiento tiene un escarpe de aproximadamente 15 m y una profundidad promedio de 1 m, y una superficie desprovista de vegetación. También se observó, aunque en menor proporción, caída de bloques de arena. Parte del depósito, consistente de bloques de arena, impactó calle Ecuador sobre un ancho de 16 m (Figura 11). Se estima que el volumen movilizado por este deslizamiento alcanzó a 25 m³.

La parte baja del escarpe presenta un muro de contención de aproximadamente 1,5 m de altura, sin embargo, no es capaz de contener los materiales que deslizan y que caen desde la parte alta del escarpe. Se observó, además, la presencia de cornisas y bloques de arena colgantes que pueden colapsar en el futuro cercano.



Figura 9. Imagen Dron del deslizamiento del 1 de agosto de 2023. En línea roja se muestra el escarpe de la remoción en masa y la flecha roja indica la dirección de movimiento. Se representa, además, en estrella amarilla la ubicación de bloques colgantes de arenas y cornisas que pueden colapsar en un futuro cercano.



Figura 10. Fotografía de depósito de remoción en masa. Se observa la presencia de arenas con menor contenido de gravas redondeadas y bloques de arenas cuyo diámetro mayor alcanza a 1 m.



Figura 11. Fotografía de depósito que impactó Calle Ecuador el 01 de agosto de 2023 constituido, principalmente, por bloques de arenas.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los deslizamientos observados, ocurren debido a: i) bajo grado de consolidación del depósito glaciogénico (glaciofluvial) constituido, principalmente, de arenas permeables que permite circulación de agua, la que ejerce presión de poros sobre los sedimentos; ii) las altas pendientes, tanto de la ladera Angelmó como del talud de calle Ecuador, lo que configura terrenos inestables. Si bien, en ambos casos, las precipitaciones acumuladas en los 3 días previos al evento se sitúan en torno a los 20 mm, los desencadenantes se relacionan con precipitaciones intensas y/o prolongadas que han afectado a la región durante el presente periodo invernal generando condiciones de saturación del sustrato. Futuras precipitaciones o sismos pueden desestabilizar esta u otra zona de la ladera Angelmó y/o del talud de calle Ecuador y ocurrir nuevos deslizamientos de igual o mayor magnitud.

El deslizamiento de ladera Angelmó ocurrió en un área con registro de ocurrencia histórica de eventos de remociones en masa y que informes previos la sitúan como una ladera de alto peligro por remociones en masa. En este sentido, se sugiere seguir las recomendaciones contenidas en el documento de Antinao *et al.* (2000), esto es: “prohibir cualquier asentamiento humano, de preferencia mantener como áreas silvestres o áreas verdes. La construcción de caminos debe hacerse con el apoyo de estudios geotécnicos. Trasladar a personas que habitan las laderas comprometidas. Construir drenajes apropiados y reforestar laderas excavadas artificialmente, para incrementar su estabilidad”.

El deslizamiento y caída de bloques de calle Ecuador ocurrió en un área de talud de alta pendiente con registro previo de eventos que, aunque de menor volumen han cortado la calle, y dada las dimensiones de bloques movilizados, en caso de afectar a personas, podrían tener consecuencias fatales. Se sugiere, en el corto plazo: i) instalar señalética que alerte del peligro de ocurrencia de remociones en masa; ii) recomendar utilizar la vereda sur para el tránsito de personas. En el corto a mediano plazo se recomienda a los ministerios y servicios competentes evaluar e implementar medidas de contención que permitan asegurar que los depósitos de remociones en masa no alcanzarán la vereda ni la calle Ecuador.

5 REFERENCIAS

Antinao, J.L.; Clayton, J.D.; Santibañez, I.; Toloczyky, M.; Schwerdtfeger, B.; Hanisch, J.; Kruck, W. 2000. Geología para el ordenamiento territorial: estudio geoambiental del área de Puerto Montt-

Frutillar, X Región de Los Lagos. Servicio Nacional de Geología y Minería, Boletín, No. 55, 34 p., mapas a escala 1:100.000 y 1:20.000. Santiago.

Derch, P. 2008. Peligros geológicos por remociones en masa en el área urbana de Puerto Montt, Región de Los Lagos, Chile. Servicio Nacional de Geología y Minería, Informe Registrado IR-13-52, 23 p. Puerto Varas.

Garrido, N.; Sepúlveda, V. 2018. Evaluación de afectación remoción en masa en calle Ecuador, Barrio Puerto, comuna de Puerto Montt, región de Los Lagos. Servicio Nacional de Geología y Minería. Minuta Técnica, 4p. Puerto Varas.