



Remociones en masa zona precordillerana de la Región Metropolitana

ISBN: 978-956-7459-59-9

Agosto 2023

Autores: Jorge Clavero, Valentina Ramírez
Diseño e ilustración: Gabriela Anabalón
Revisión idiomática: Sandra Droguett
Coordinación Técnica AngloAmerican: Alejandro Tamayo

Proyecto desarrollado por:



CENTRO HÉMERA
UM Observación de la Tierra



Remociones en masa zona precordillerana de la Región Metropolitana

Introducción

Chile es una larga y angosta faja de territorio ubicada entre el océano Pacífico y la cordillera de los Andes, dispuesta de forma casi paralela al contacto activo y permanente entre placas tectónicas, donde las placas de Nazca y Antártica (oceánicas) se deslizan bajo la placa Sudamericana (continental) lo que provoca comúnmente diversos fenómenos naturales como terremotos, tsunamis, erupciones y distintos tipos de remociones en masa, que afectan al territorio y a nuestra población. En particular, la Región Metropolitana se dispone a los pies de la cordillera de los Andes, pasando desde unos 600 m snm en la cuenca de Santiago hasta más de 3.000 m snm¹ en los cerros cercanos (Provincia, Plomo, De Ramón, Punta de Damas, entre otros), lo que constituye un desnivel de más de 2.500 m en pocos kilómetros. Este brusco relieve hace que muchos sectores sean altamente inestables y, al ocurrir una lluvia intensa o un terremoto, el material se deslice ladera abajo, formando flujos que se transportan por gravedad conocidos como remociones en masa.

En las últimas décadas en la zona central de Chile, han ocurrido innumerables eventos naturales desencadenados por lluvias intensas o por terremotos. Vivimos en un territorio dinámico donde los fenómenos naturales son habituales y seguirán ocurriendo. El aumento sostenido de la población en esta zona ha llevado a habitar espacios donde se producen este tipo de fenómenos, por lo que debemos aprender a convivir con los peligros asociados a la ocurrencia de estos y a estar preparados para prevenir y reaccionar cuando ocurran.

1. m snm: metros sobre el nivel medio del mar

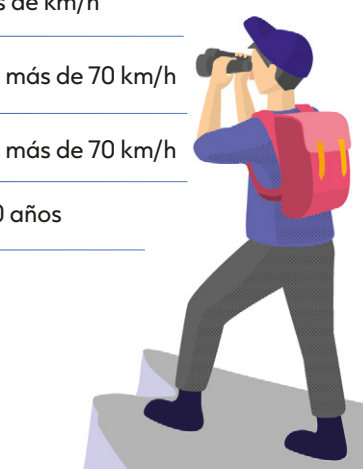


¿Qué es una remoción en masa?

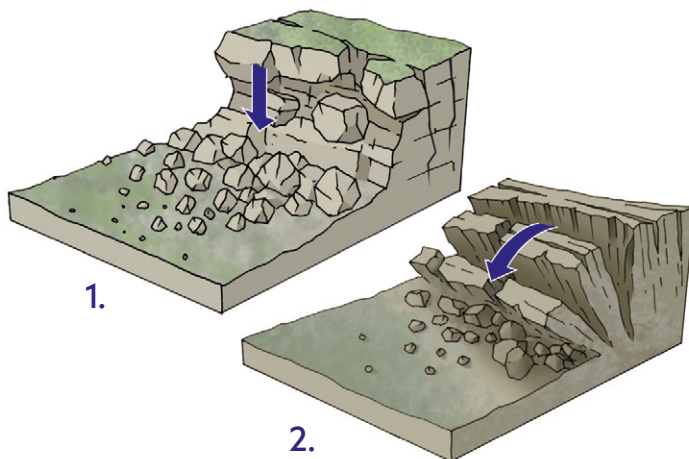
Las remociones en masa son **fenómenos naturales** en los cuales un volumen de material formado por una mezcla de rocas, suelo, tierra, detritos, escombros, vegetación y/o construcciones, se desplaza ladera abajo por acción de la gravedad. La ocurrencia de este tipo de fenómeno natural, muchas veces de alta peligrosidad, se ve favorecida y, finalmente desencadenada por **diversos factores, tanto de origen natural como humano.**

Existen diversas clasificaciones para los distintos tipos de eventos de remoción en masa, las que consideran diversos factores y características como, por ejemplo, el tipo de material removilizado, el mecanismo de ruptura, el grado de saturación del suelo, entre otras. En este folleto educativo, hemos simplificado la clasificación de remociones en masa propuesta por Hungr et al. (2014) y definiremos los siguientes tipos:

Tipo de movimiento	Tipo de material	Velocidad (cualitativa)	Rango general de velocidad (cuantitativa)
1. Caída de roca	Roca/suelo	Muy rápido a extremadamente rápido	Sobre 10-15 km/h Pueden llegar a superar 100 km/h
2. Volcamiento	Roca/suelo	Lento a extremadamente rápido	Algunos metros por día a decenas de km/h
3. Deslizamiento rotacional	Roca/suelo	Extremadamente lento a rápido	Algunos metros por año a varios km/h
4. Deslizamiento traslacional	Roca/suelo	Rápido a extremadamente rápido	Algunos metros por segundo a decenas de km/h
5. Propagación lateral	Roca/grano grueso/grano fino	Lento (rocosas) a extremadamente rápido (licuefacción)	Algunos metros por año a decenas de km/h
6. Flujo de detritos	Roca/grano grueso/grano fino	Rápido a extremadamente rápido	10 km/h a más de 70 km/h
7. Crecida de detritos	Roca/grano grueso/grano fino	Muy rápido	10 km/h a más de 70 km/h
8. Reptación	Roca/grano grueso/grano fino	Lento a extremadamente lento	<1 m en 10 años



Tipos de remociones en masa



1. Caída de rocas

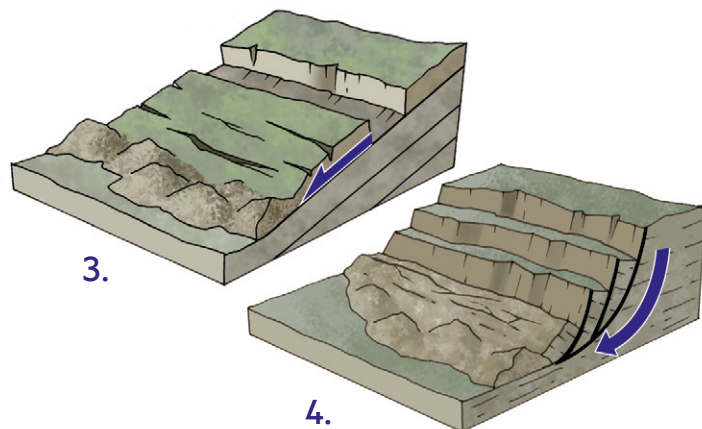
Movimiento en el cual uno o varios bloques de suelo y/o roca se desprenden de manera abrupta desde una ladera de pronunciada pendiente. Una vez desprendido el material, este se desplaza principalmente por caída, rebote o rodando debido a la gravedad. Son comunes de observar al costado de caminos con cortes abruptos, en laderas empinadas y en acantilados costeros, entre otros lugares.

2. Volcamiento

Movimiento de una masa de roca y/o suelo en el cual se produce una rotación hacia adelante de uno o varios bloques desprendidos de la ladera por acción de la gravedad. Comúnmente se asocian a materiales rocosos con fracturas o grietas que forman bloques o columnas y que paulatinamente se deforman en dirección de la pendiente.

Deslizamientos

Movimiento de una masa de roca y/o suelo que se desliza ladera abajo, cuyo desplazamiento ocurre a lo largo de una superficie, conocida como superficie de falla. Dependiendo de la forma de esta superficie sobre la cual se desplaza el material, se pueden clasificar como deslizamientos traslacionales o rotacionales.



3. Deslizamiento traslacional

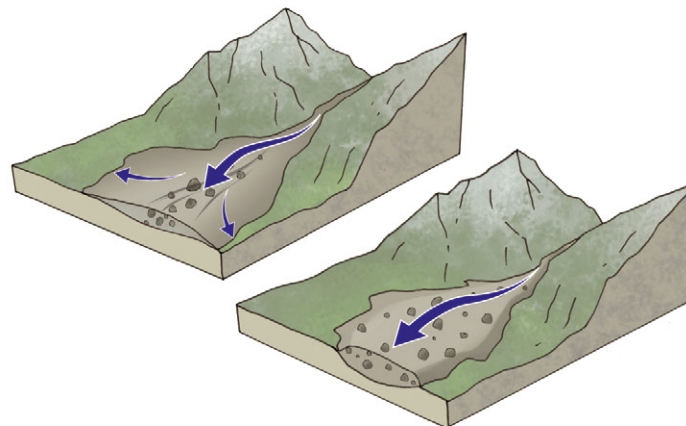
En un deslizamiento traslacional, la superficie de falla es plana o ligeramente ondulada. En general, estos movimientos son frecuentes a lo largo de discontinuidades ya existentes en la roca como fracturas, grietas, planos de estratificación o planos de contacto entre la roca y el suelo.

4. Deslizamiento rotacional

En un deslizamiento rotacional la superficie de falla es curva y cóncava. En la zona de origen se forma un eskarpe principal pronunciado y es común la formación de escarpes más pequeños en el depósito ladera abajo. El depósito tiene forma de montículos o cerrillos, muchas veces independientes en sí y, ocasionalmente, con pequeñas depresiones. Está constituido por bloques de muy diverso tamaño contenidos en material fino.

Flujos

Corresponden a una mezcla de agua, fragmentos de roca, vegetación y/o suelo que al desplazarse presenta un comportamiento similar a un fluido. Pueden variar de lentos a muy rápidos y presentar contenidos variables de agua. En general, se originan a partir de otro tipo de remoción en masa como un deslizamiento o caída de rocas. Dependiendo de varios factores se pueden dividir principalmente en flujos de detritos y crecidas de detritos.

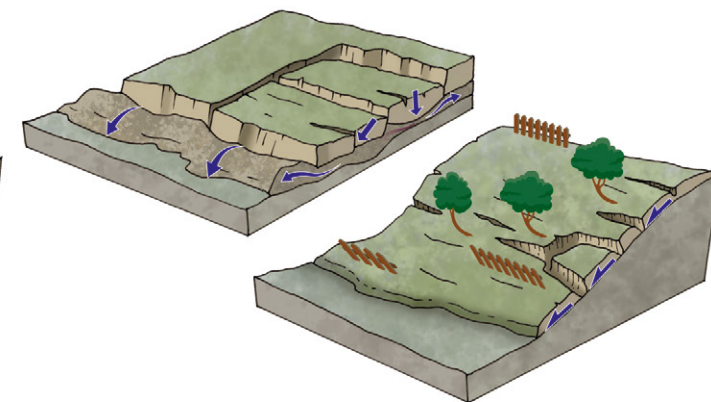


5. Crecida de detritos

Flujo muy rápido formado por una mezcla de fragmentos de roca (detritos) y abundante agua que se desplaza a lo largo de un canal empinado. Presentan una menor capacidad de transporte de grandes bloques y, en general, son menos destructivos que los flujos de detritos, siendo más parecidos a una inundación. Cuando contienen mucho material fino se les conoce como flujos de barro.

6. Flujo de detritos

Flujo muy rápido a extremadamente rápido formado por mezcla de agua y fragmentos de roca (detritos) que se desplaza aguas abajo confinado a lo largo de un canal o quebrada de pendiente pronunciada. Arrastra e incorpora a su paso fragmentos de roca, vegetación, construcciones y/o suelo. Su paso puede ser altamente destructivo por la velocidad y por el gran tamaño de los bloques que puede transportar.



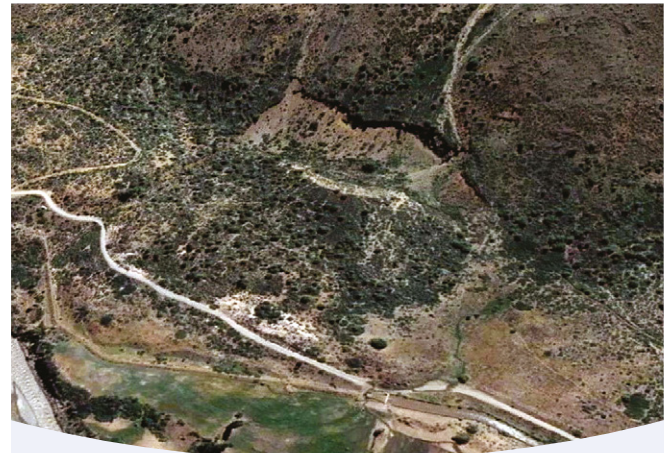
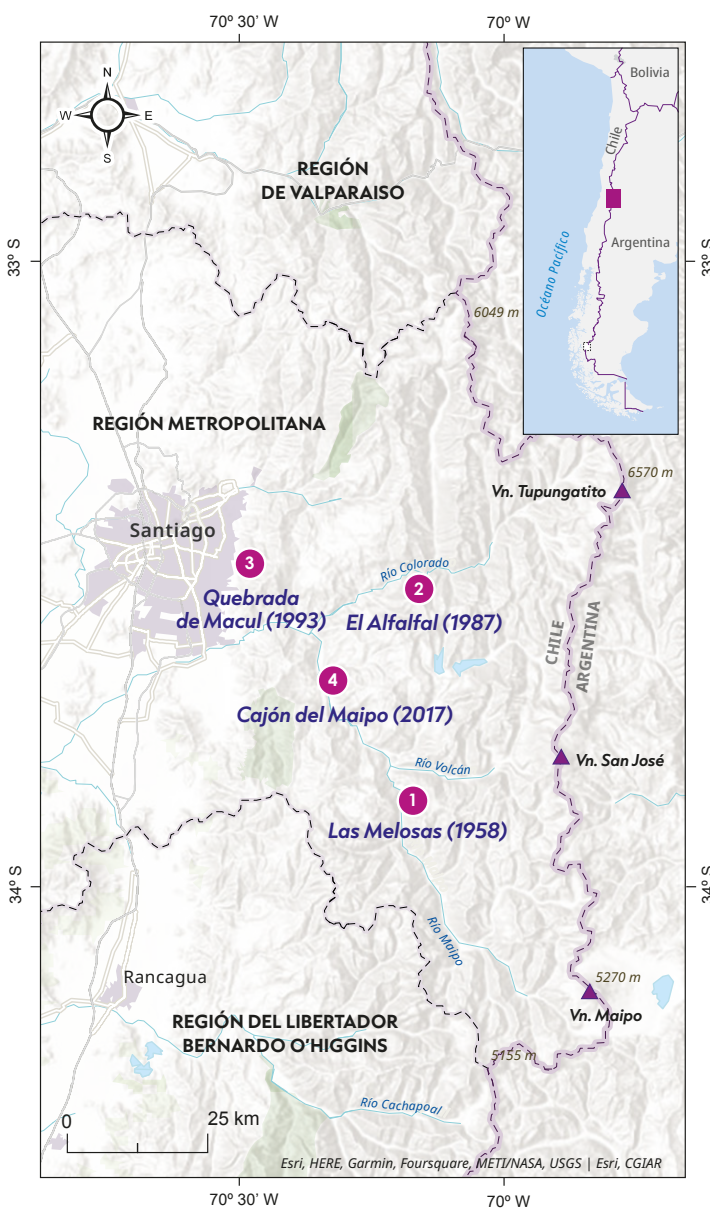
7. Propagación lateral o spread

Movimiento de material dúctil o poco consolidado que se desplaza lentamente de forma lateral en terrenos de pendiente suave. Se distinguen dos tipos de propagación, uno en donde el movimiento afecta a todo el material común de masas rocosas y otro, que ocurre en suelos cohesivos dispuestos sobre material dúctil (saturado en agua o plásticos), donde este último se desplaza lateralmente bajo el material cohesivo.

8. Reptación o creep

Es la deformación de un suelo como consecuencia de lentos movimientos del terreno en medianas a fuertes pendientes en los cuales no se distingue una superficie de falla. Puede ser de tipo estacional, asociada a cambios de temperatura y/o humedad en el terreno.

Algunos ejemplos en la cordillera de Santiago



1. Las Melosas, 1958

Un 4 de septiembre de 1958 en la zona cordillerana de la Región Metropolitana, al interior del Cajón del Maipo, se registró una serie de terremotos superficiales de magnitud similar (6,9; 6,7; 6,8) asociados a movimientos de fallas activas. Estos eventos sísmicos produjeron inestabilidades en laderas de cerros, como caídas de bloques, derrumbes y deslizamientos. Las remociones en masa de mayor envergadura fueron los **deslizamientos rotacionales** de Las Cortaderas en el valle del río Yeso y de El Manzanito en el valle del río Maipo, aguas arriba de la localidad de las Melosas.

Condicionantes: Alta pendiente, fracturamiento de las rocas, poca cobertura vegetal.

Gatillantes: Sismos.

Tipo de RM: Deslizamiento rotacional (Las Cortaderas).



2. El Alfalfal, 1987

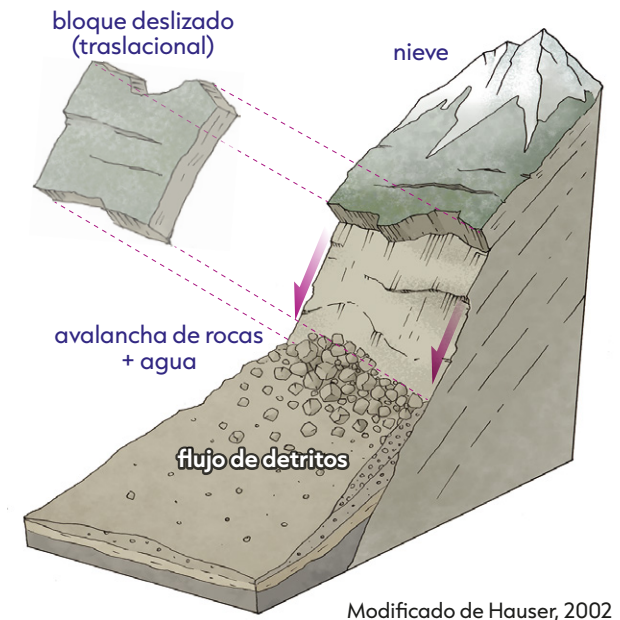
El 29 de noviembre de 1987 en el río Colorado se registró un evento catastrófico que comenzó con un deslizamiento de roca que, al impactar contra el piso del valle del estero Paraguirre, habría removido el material allí depositado y desencadenado un **flujo de detritos** que alcanzó hasta el río Maipo (~57 km) el cual incorporó nieve y agua en su trayectoria. Este evento dejó 29 víctimas fatales, pérdidas materiales cercana a los 12 Millones de dólares, y la destrucción de gran parte de las instalaciones de la central hidroeléctrica Maitenes y el Alfalfal.

Condicionantes: Rocas fuertemente fracturadas, inclinadas (89°) y meteorizadas; abundante acumulación de nieve estacional, temperatura anómalamente alta (~16 °C) días antes del evento.

Gatillantes: Alta temperatura (5 °C sobre el promedio) que favoreció el rápido derretimiento de nieve y la desestabilización de gran bloque rocoso.

Tipo de RM: Deslizamiento, avalancha de roca, flujo de detritos, crecida de detritos y flujo de barro.

Fotografías: Gentileza A. Hauser





3. Quebrada de Macul, 1993

El 3 de mayo de 1993 se desencadenaron varias remociones en masa en el sector oriental de Santiago al pie de la cordillera. Entre ellas, **flujos y crecidas de detritos** en las quebradas de Ramón y Macul (comunas de La Reina y Peñalolén-La Florida). Estos flujos y crecidas se internaron en la ciudad hacia zonas pobladas y dejaron 26 víctimas fatales, además de severos daños a la propiedad pública y privada, cerca de 1.200 viviendas total o parcialmente destruidas.

Estos flujos fueron desencadenados por un frente cálido en altura que provocó intensas lluvias en poco tiempo con una isoterma 0 °C por sobre los 4.000 m snm, generando la caída de agua-lluvia donde habitualmente cae nieve.

Condicionantes: Alta disponibilidad de material suelto, importante acumulación de nieve en días previos en las partes altas de la cordillera.

Gatillantes: Intensas precipitaciones líquidas con isoterma 0 °C alta.

Tipo de RM: Flujos de detritos y crecidas de detritos.

Fotografía superior: Gentileza A. Hauser



Fotografía aérea de la quebrada de Macul al pie de la cordillera. Se observan las piscinas de decantación construidas con posterioridad al evento de 1993 con el fin de mitigar los efectos de futuros flujos de detritos en el sector.



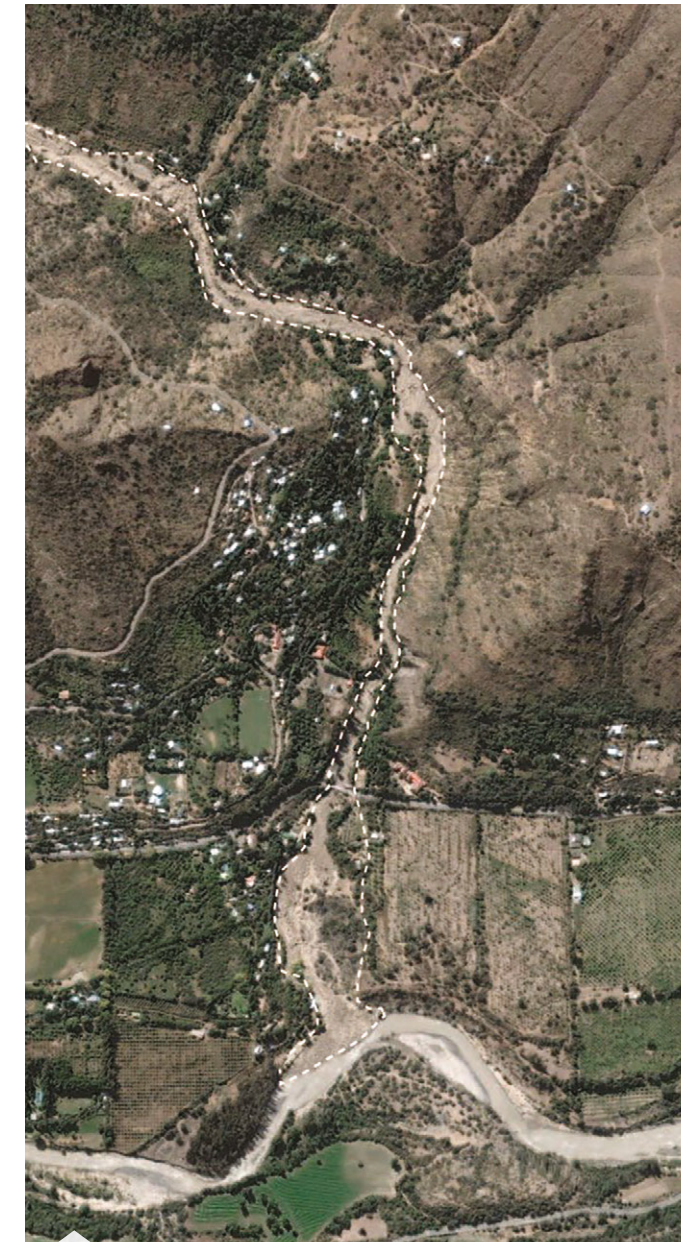
4. Cajón del Maipo, 2017

Los días 25 y 26 de febrero del 2017 ocurrió un sistema frontal que afectó a la zona central de Chile con intensas precipitaciones con una isoterma 0 °C a alturas superiores a 4.540 m snm. Esto provocó que en algunos sectores se generaran **flujos de detritos y flujos de barro** porque el suelo no fue capaz de absorber toda el agua caída. En la quebrada San José se canalizó el flujo de detritos que causó mayor impacto, donde se registraron 8 víctimas fatales y 1 persona desaparecida, además de cortes de la ruta G-25 y severos daños a la infraestructura. Además, se cortó de manera masiva el suministro de agua potable del Gran Santiago debido a su turbiedad, afectando a más de 1.700.000 personas.

Condicionantes: Gran volumen de material suelto disponible en quebradas.

Gatillantes: Intensas precipitaciones con isoterma 0 °C alta.

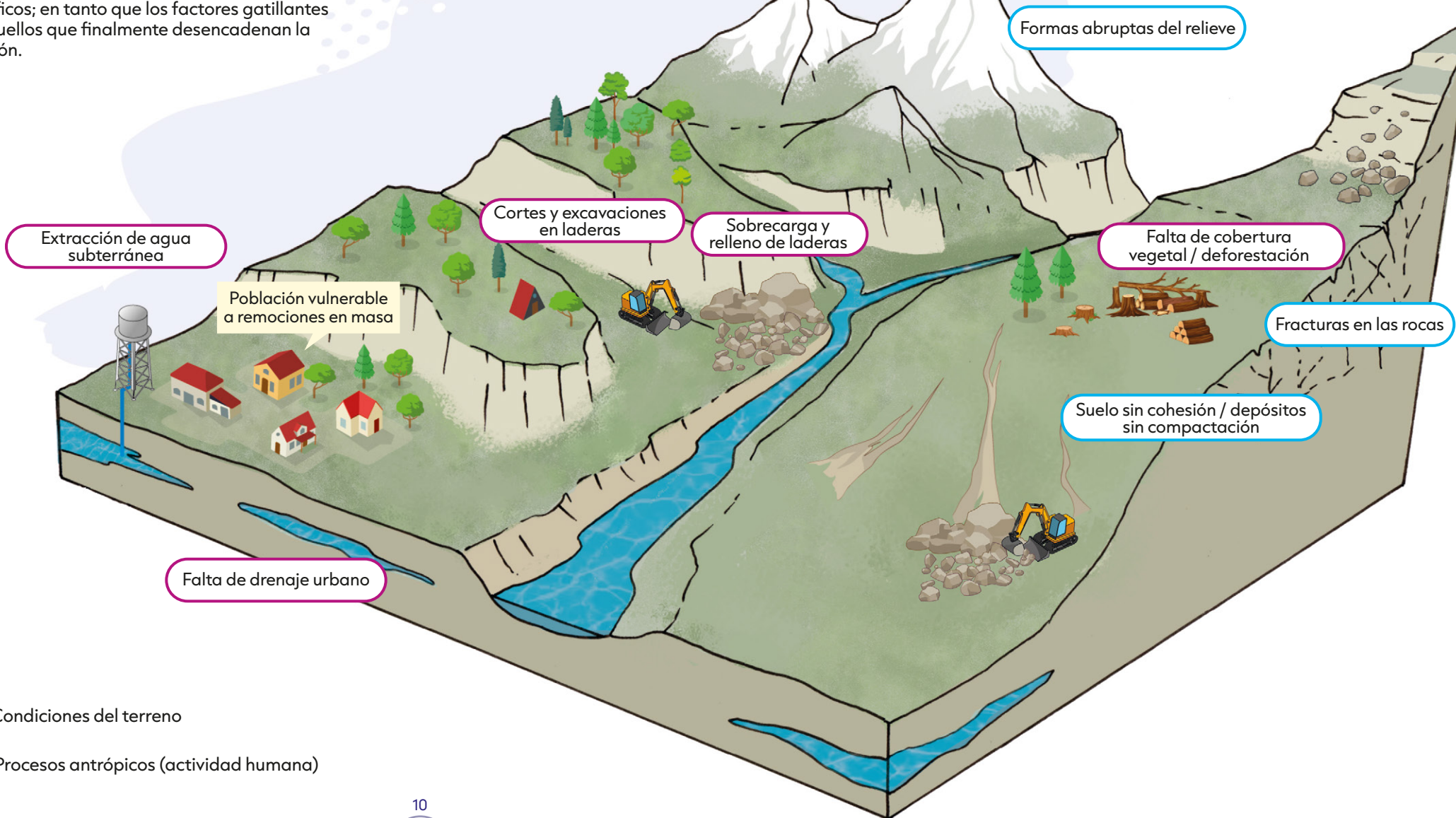
Tipo de RM: Flujos de detritos y crecidas de detritos.



Línea segmentada indica zona afectada por flujo de detritos en quebrada San José, sector Los Rulos, San José de Maipo, durante el evento del año 2017 donde lamentablemente hubo 8 víctimas fatales y 1 desaparecida a causa del paso del flujo.

Factores condicionantes y gatillantes

Los factores condicionantes de una remoción en masa son aquellos de origen natural o antrópico (actividad humana) que favorecen la inestabilidad del terreno en sectores específicos; en tanto que los factores gatillantes son aquellos que finalmente desencadenan la remoción.



Factores condicionantes

Las laderas de cerros y montañas son zonas elevadas e inclinadas donde actúan **fuerzas que estabilizan o desestabilizan las rocas y el suelo**. Las primeras son las que resisten al movimiento y dependen del tipo de roca, suelo y vegetación, así como de su conformación (cohesión, compactación). Mientras más cohesivo, compactado y menos fracturado sea un sustrato rocoso, menos propenso a la desestabilización se encontrará; en tanto que un sustrato muy fracturado, desagregado y poco cohesionado, tenderá rápidamente a colapsar. Las fuerzas que tienden a desestabilizar una ladera y se relacionan con su geometría, con los efectos de la erosión, con la disponibilidad de material suelto (rocas, sedimentos o basura), así como con diversas obras como caminos, socavones, construcciones, entre otros.

El **clima** también es un factor que puede llevar a un terreno a condiciones más inestables. La desertificación y la deforestación, por ejemplo, aumentan la disponibilidad de material suelto y disminuyen la cobertura vegetal, por lo que al ocurrir precipitaciones intensas el agua escurre fácil y rápidamente arrastrando material ladera abajo de forma torrencial. Las precipitaciones líquidas intensas en zonas donde antes caía nieve (elevación de la isoterma 0 °C debido a los cambios climáticos que afectan al planeta) tienden a saturar rápidamente el suelo y el agua escurre ladera abajo de forma torrencial.

La **acción humana** a través de excavaciones, explosiones, construcción de obras, los cambios en niveles de agua subterránea o cambios en el ángulo de un talud desestabilizan el terreno. Los incendios forestales, a su vez, pueden producir una capa impermeable bajo la superficie quemada que facilita el deslizamiento del terreno y el escurrimiento de agua de forma torrencial cuando hay lluvias intensas.

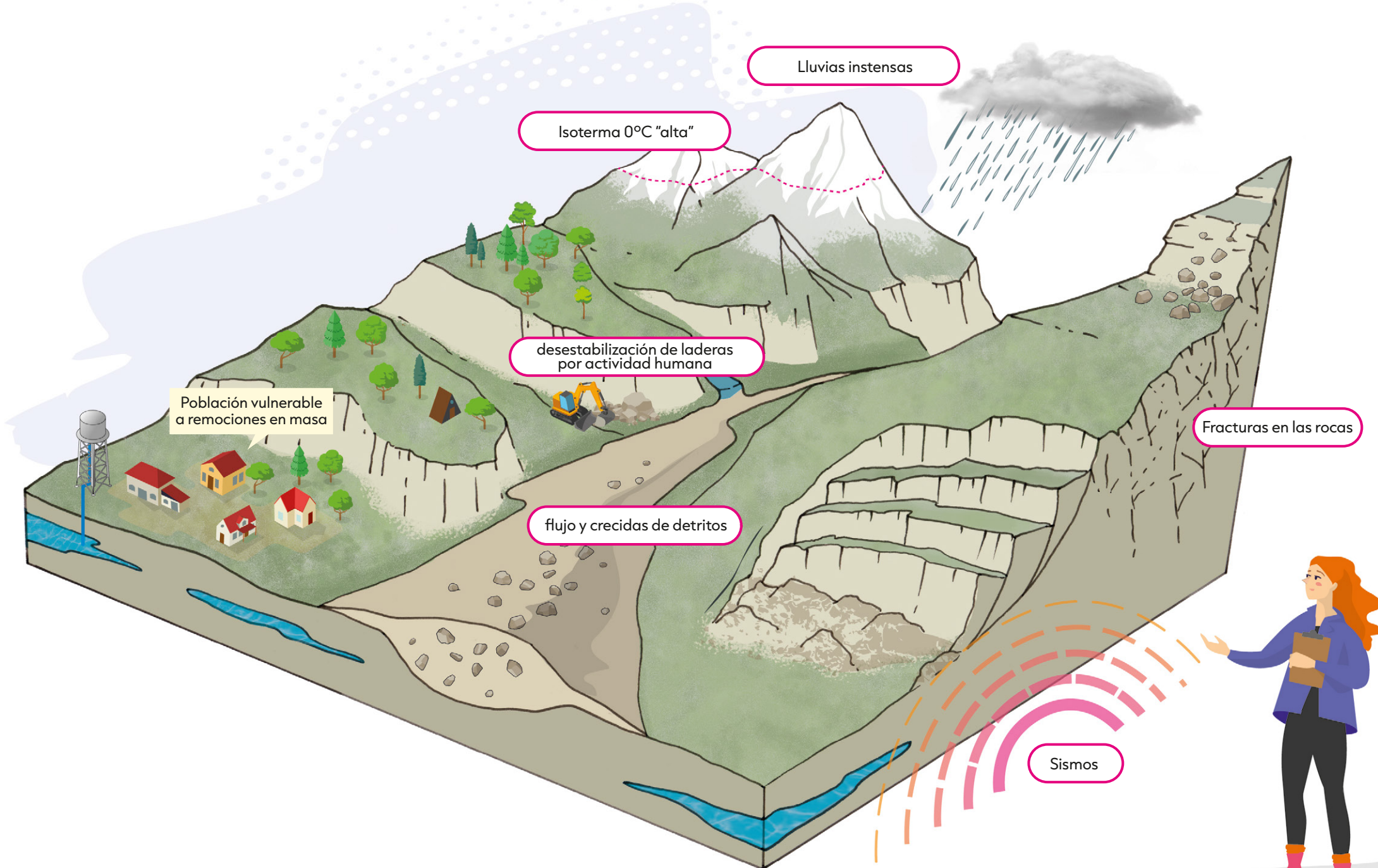
Factores gatillantes

Si bien existen varios factores naturales que pueden desencadenar remociones en masa, los tres más comunes corresponden a lluvias intensas, a sismos y a erupciones.

Las precipitaciones intensas en corto período de tiempo o lluvias prolongadas en el tiempo saturan el suelo, lo que disminuye su cohesión y resistencia y aumenta su probabilidad de desestabilizarse y transformarse en deslizamientos o flujos. Las lluvias intensas aumentan también la escorrentía superficial (agua que se desliza por la superficie), aumentando así la erosión en laderas con material suelto, el que se incorpora al flujo de agua y puede transformarse en una remoción en masa.

Cuando ocurre un sismo, las ondas sísmicas se desplazan a través de rocas y suelos, lo que incrementa su tensión, favoreciendo el desarrollo de fracturas (planos de debilidad en las rocas). Las vibraciones del terreno debido a los terremotos aumentan la probabilidad de una remoción en masa, por desestabilización de rocas fracturadas o por licuefacción de suelos saturados en agua. Las remociones en masa más comunes asociadas a sismos son deslizamientos y caídas de rocas.

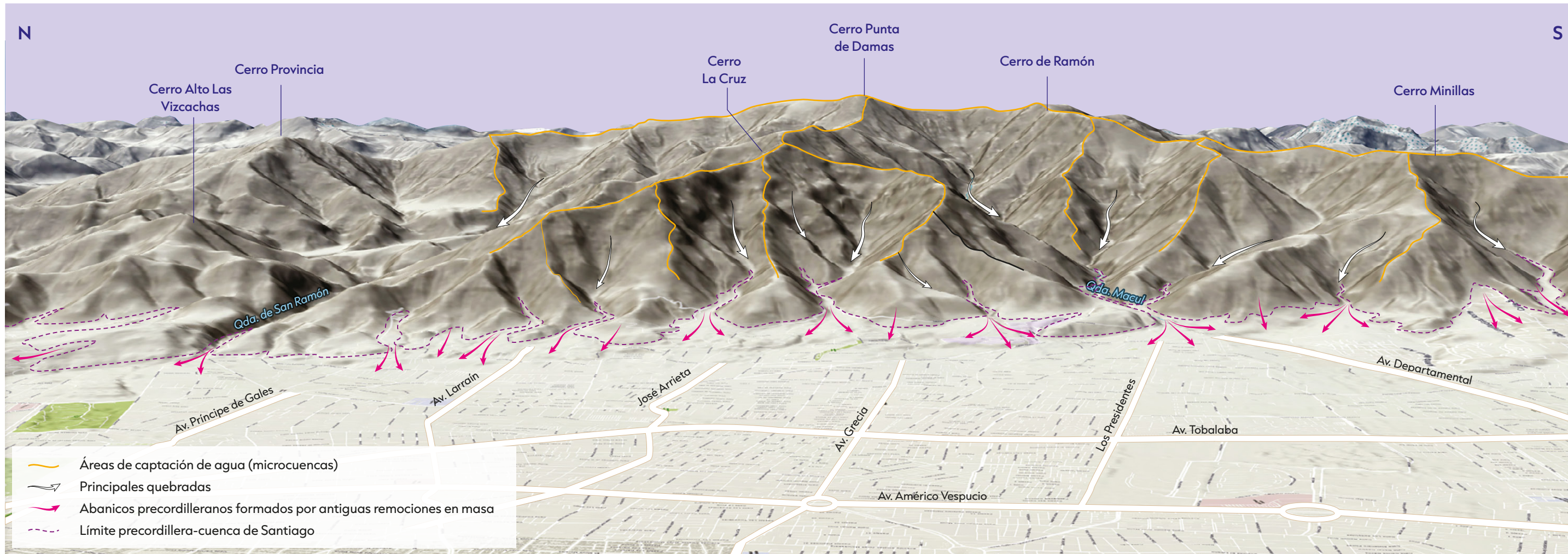
La actividad volcánica puede generar desestabilización de sus laderas y provocar deslizamientos o flujos de detritos. Lluvias intensas en zonas con volcanes activos pueden removilizar el abundante material suelto de sus laderas y transformarse en flujos de detritos, al igual que cuando ocurre una erupción en un volcán cubierto con nieve y/o hielo, estos se derriten repentinamente y forman este mismo tipo de flujo, también conocido como lahar. Estos flujos (lahares) pueden descender a gran velocidad, alcanzar grandes distancias (más de 20 km de su origen) y tienen una alta capacidad destructiva.



¿ Por qué necesitamos conocer los peligros geológicos de la cordillera en el actual escenario de cambio climático ?

La Región Metropolitana se ubica a los pies de una **cordillera activa**, dinámica y aún en formación, con relieves abruptos y fuertes, cortados por numerosas y profundas quebradas. Esta zona ha sido afectada, tanto en el pasado reciente y en el más lejano en términos geológicos, por **recurrentes fenómenos de remoción en masa** gatillados tanto por eventos hidrometeorológicos como también por sismos. Si bien las precipitaciones en la zona central de Chile han ido disminuyendo en promedio en los últimos años, los eventos hidrometeorológicos extremos, muchos de ellos con

temperaturas anómalamente altas (isoterma 0 °C alta) se han hecho más frecuentes y, por ende, también los eventos de remociones en masa, en particular flujos de detritos y crecidas de detritos en zonas precordilleranas y cordilleranas. Si sumamos el enorme **crecimiento urbano** hacia zonas precordilleranas y el **aumento de la afluencia turística** a valles cordilleranos, entonces es de vital importancia conocer sobre los peligros a los que podemos estar expuestos cuando se pronostican eventos de **lluvias intensas**.

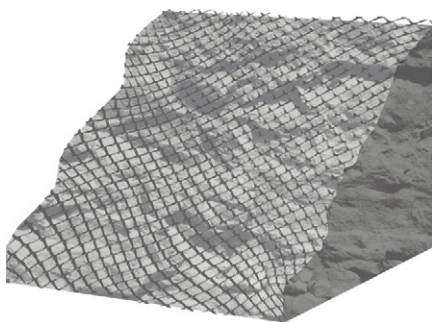


Medidas de prevención y mitigación

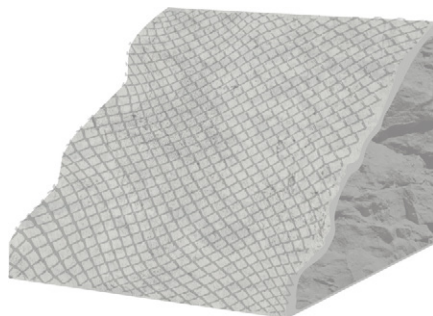
La **prevención** corresponde a las actividades y conjunto de medidas cuyo objetivo es **impedir o evitar** que eventos naturales o generados por el hombre tengan efectos desastrosos en la población o en la infraestructura. La **mitigación**, en tanto, se entiende como el conjunto de actividades o medidas que **disipan o disminuyen** los efectos e impactos de un fenómeno natural peligroso o de peligros generados por la actividad humana.

Respecto de las remociones en masa, existen diversas obras de prevención y mitigación que se utilizan comúnmente y se agrupan de acuerdo con el objetivo o función que realizan sobre el material a ser estabilizado. Algunos se enfocan en la reducción de fuerzas actuantes, logrando el equilibrio de las masas de un corte de tierra o talud y otros en el incremento de fuerzas resistentes.

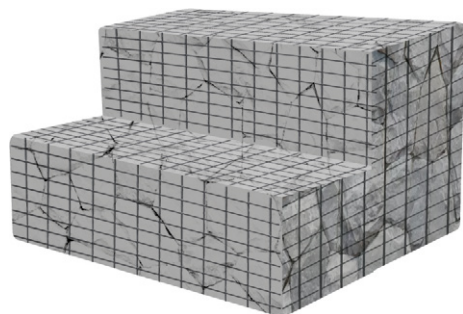
A continuación, presentamos algunas de las obras más utilizadas:



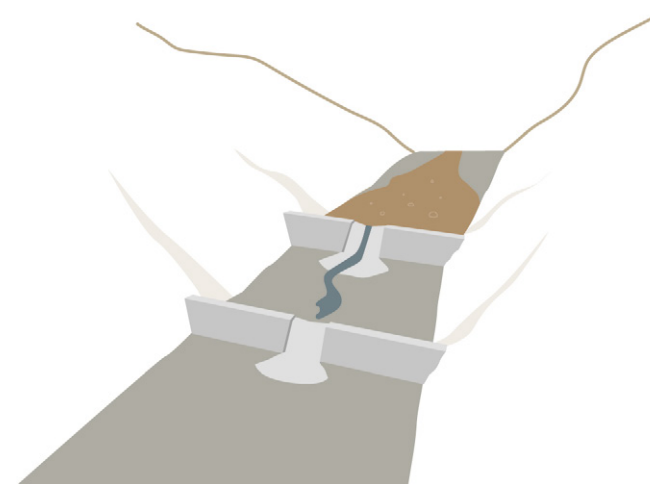
Enrejado: Revestimiento de un corte de cerro que funciona como protección ante la caída de piedras en taludes rocosos. Es común encontrarlo en cortes de caminos y carreteras.



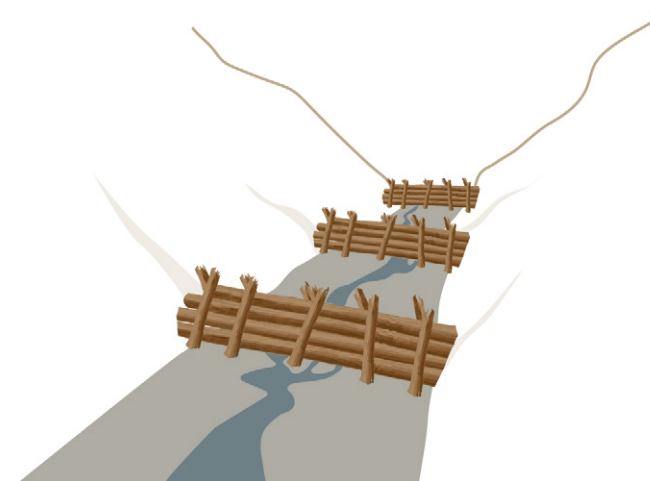
Shotcrete: Revestimientos de un talud por una capa de concreto que se adhiere a este y lo protege de la erosión. Es común de encontrar en cortes de caminos y carreteras.



Gaviones: Estructuras de forma prismática formada por mallas de alambre rellenas con piedras o bloques de roca. Su función es proteger y prevenir la erosión de canales, cauces o pies de taludes. Son comunes de utilizar en los bordes de un canal para contener el agua, pero también se encuentran en carreteras y puentes.



Piscinas decantadoras: Obras civiles en cauces o quebradas donde comúnmente se forman flujos y crecidas de detritos, que tienen la función de amortiguar los efectos de un aluvión. Las piscinas disminuyen la velocidad del flujo y, además, retienen los materiales más grandes y pesados como escombros y rocas de gran tamaño. Por ejemplo, en la quebrada de Macul (comunas de Peñalolén y La Florida), con posterioridad a las remociones en masa de mayo de 1993, se construyeron 7 piscinas a lo largo del cauce de la quebrada, las que han actuado de forma eficaz hasta la fecha de producción de este texto.



Barreras de control aluvional: Son estructuras de protección contra aluviones de diversos diseños y materiales, como hormigón, madera-piedra o gaviones de bolones. Su función es amortiguar y dividir un flujo de detritos y, a la vez, retener los bloques de mayor tamaño, dejando pasar la fracción líquida y sedimentos finos solamente. Comúnmente se instalan de forma escalonada una serie de estas estructuras a lo largo de un cauce.

Glosario

DETRITO

Fragmento de roca de muy diversos tamaños y composiciones que resulta de la degradación y/o descomposición de macizos rocosos y/o del suelo. Tienen tamaños diversos desde muy gruesos (km^3 a m^3) a finos y muy finos (algunos milímetros o micrones).

ALUVIÓN

Es un flujo formado por una mezcla de detritos (fragmentos de roca) y agua que desciende por efecto de la gravedad pendiente abajo y puede incorporar material a su paso (detritos, construcciones, vehículos, puentes, entre otros). Aluvión es un término de uso común, no científico, y que engloba, dependiendo principalmente de la proporción de fragmentos vs agua, a los flujos de barro, flujos de detritos, lahares (o aluvión volcánico) y crecidas de detritos.

ALUD

Es un término con diferentes significados dependiendo del país, variando desde un deslizamiento de tierra a un deslizamiento o avalancha de nieve y/o hielo. En Chile se utiliza poco y, cuando se hace, comúnmente se refiere a un flujo de barro o deslizamiento de tierra.

AVALANCHA

Es un término ampliamente utilizado con diversos significados dependiendo del país e, incluso, de la región donde se utilice. En términos generales corresponde a un flujo rápido a muy rápido debido al deslizamiento de material ladera abajo por efecto de la gravedad. Existen, entre otras, las avalanchas de nieve, las avalanchas volcánicas y las avalanchas de roca. En Chile, por lo general, se asocia este término más bien a las avalanchas de nieve que se producen en zonas cordilleranas.

LAHAR

Término de origen indonesio para referirse a un flujo formado por una mezcla de fragmentos de roca con agua y/o hielo, que desciende por efecto de la gravedad por los flancos de un volcán. En su origen, en Indonesia, se refieren a flujos gatillados por lluvias intensas que remobilizan fragmentos sueltos de las laderas de un volcán sin estar asociados a una erupción. También se forman, eso sí, en volcanes con una cubierta de hielo y/o nieve cuando ocurre una erupción y derrite de forma rápida parte de esta cobertura formando un gran volumen de agua que desciende ladera abajo arrastrando el material suelto en su camino. Pueden ser muy destructivos y alcanzar altas velocidades (40-60 km/h).

LICUEFACCIÓN

Corresponde a un proceso por el cual un suelo poco consolidado y saturado en agua, pierde sustentación debido a vibraciones, comúnmente originadas por un sismo. Esta pérdida de sustentación hace que el suelo se comporte como un fluido y, por lo tanto, puede desestabilizar las construcciones que pudieran estar sobre él.

FLUJO DE BARRO

Es un tipo de flujo o crecida de detritos (mezcla de agua con fragmentos de roca), en el cual la fracción más fina (arcilla) es más abundante y, por lo tanto, modifica el comportamiento del flujo.

NAPA

Término utilizado para indicar una capa o nivel de agua subterránea.

RED DE DRENAJE

Se refiere al conjunto de cursos naturales de agua formado por ríos, lagos, riachuelos, arroyos, aguas subterráneas, alimentados por lluvia y por el derretimiento de nieve y/o hielo.

SUSCEPTIBILIDAD

Concepto que se refiere a la posibilidad (cualitativo) de un terreno a generar o ser afectado por un fenómeno natural peligroso, lo que está asociado a los factores condicionantes de cada proceso geológico. En el caso de las remociones en masa se refiere a la posibilidad que un terreno pueda desestabilizarse y generar un deslizamiento o flujo.

PELIGRO GEOLÓGICO

Fenómeno de origen natural como, por ejemplo, terremotos, erupciones volcánicas, tsunamis, aluviones y deslizamientos, que puede causar algún tipo de daño en la población o infraestructura, como muerte, lesiones, pérdidas materiales, destrucción de puentes, infraestructura vial, interrupción de actividades económicas, sociales, entre otros.

RIESGO GEOLÓGICO

Es la probabilidad que un fenómeno natural peligroso (erupción, tsunami, terremoto, remoción en masa) pueda generar efectos negativos en la sociedad, como muertes, lesiones, daño a la propiedad, a la infraestructura, a la economía, entre otros. El riesgo es entonces la combinación entre el peligro y la vulnerabilidad de una determinada población/infraestructura; por lo tanto, si un fenómeno natural no tiene probabilidad de afectar ni a una población ni a una infraestructura dada, el riesgo es nulo.

ISOTERMA 0 °C

Concepto referido a una línea horizontal imaginaria que denota la altitud en la cual se encuentra en un momento dado una temperatura de 0 °C durante un evento de precipitación, sobre ella precipita de forma sólida (nieve) y bajo ella precipita de forma líquida (lluvia).



¿Quieres saber más?



En los siguientes vínculos podrás revisar y descargar material educativo y científico sobre las remociones en masa, sus orígenes y efectos, así como sobre medidas de prevención. **Estar informado es estar preparado, ¡no lo olvides!**

- Mapa interactivo de peligro de remociones en masa de tipo flujo, de la cuenca alta del río Maipo, Región Metropolitana de Santiago, Sernageomin, Chile. (<https://storymaps.arcgis.com/stories/0cc9e3dd3042455f839e85ed610bbcd5>)
- Mapa de peligro de remociones en masa e inundaciones de la cuenca de Santiago, Sernageomin, Chile. (https://portalgeo.sernageomin.cl/Informes_PDF_Nac/RM-2003-02.pdf)
- Deslizamiento- Infórmate y prepárate SENAPRED, Servicio Nacional de Prevención y respuesta ante Desastres, Chile. (<https://senapred.cl/aluviones/>)
- Visor territorial de fallecidos por remociones en masa en Chile entre los años 1938-2020, Chile. (<https://www.arcgis.com/apps/dashboards/e92f22dbfc664561aa24bf78baa89304>)
- Amenazas por procesos de tierra sólida. CIGIDEN, Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres, Chile. (<https://www.cigiden.cl/amenazas-por-procesos-de-tierra-solida/>)
- Información complementaria para deslizamientos y aludes. CDC, Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, EEUU (<https://www.cdc.gov/es/disasters/landslides.html>)
- Información complementaria de peligros por deslizamiento, USGS, Servicio Geológico de EEUU (<https://www.usgs.gov/programs/landslide-hazards>)
- Información adicional Procesos gravitacionales. Geomorfología Dinámica y Climática, Pontificia Universidad Católica de Chile. (https://www7.uc.cl/sw_educ/geografia/geomorfologia/html/1_4_2.html)

Referencias

- Hauser, A. (2002). Rock avalanche and resulting debris flow in Estero Parraguirre and Río Colorado, Región Metropolitana, Chile. *Reviews in Engineering Geology* 15, 135–148.
- Hungr, O., Leroueil, S., Picarelli, L. (2014). The Varnes classification of landslide types, an update. *Landslides* 11(2), 167-194.





Material educativo preparado por la Gerencia de Biodiversidad y Cambio Climático - Vicepresidencia de Asuntos Corporativos y Sustentabilidad de AngloAmerican, como parte de su compromiso por aportar al conocimiento de la cordillera andina y de la preparación de la población frente a fenómenos naturales peligrosos.

ISBN: 978-956-7459-59-9



9 789567 459599