

**Servicio Nacional de Geología y Minería
Subdirección Nacional de Geología**

**Este trabajo fue efectuado por:
Carolina Jara I.**



**REMOCIÓN EN MASA EN LA ESCUELA RAYEN LAFQUÉN,
LOCALIDAD DE QUEULE, COMUNA DE TOLTÉN,
REGIÓN DE LA ARAUCANÍA**

AGOSTO DE 2015

REMOCIÓN EN MASA EN LA ESCUELA RAYEN LAFQUÉN, LOCALIDAD DE QUEULE, COMUNA DE TOLTÉN, REGIÓN DE LA ARAUCANÍA

ANTECEDENTES

El presente informe técnico se emite en respuesta a la petición de la Directora Regional de la ONEMI de la Región de La Araucanía, Sra. Janet Medrano, que mediante un e-mail, con fecha 14 de agosto de 2015, solicitó una visita al sector de Escuela F-707 Rayen Lafquén en la localidad costera de Queule. Comuna de Toltén (Fig. 1).

La solicitud se refiere a posibles ocurrencias de remociones en masa ocurridas en parte del terreno donde se emplaza el mencionado establecimiento educacional.

La autora de este informe realizó una visita a terreno el día 20 de agosto de 2015 en compañía del Sr. Jaris Bravo, administrativo de Onemi Araucanía y el Sr. Rodrigo Holzapfel, director de protección civil de la Ilustre Municipalidad de Toltén.

La localidad de Queule ($39,39^\circ$ Latitud. S y $73,21^\circ$ Longitud W) se ubica en el sector costero, en el extremo sur de la Región de La Araucanía (Fig. 1).



Figura 1: Ubicación de Queule en el margen suroeste de la región de La Araucanía (modificado de www.turismovirtual.cl).

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología que domina el sector corresponde principalmente a una topografía irregular con altura máxima de unos 250 m s.n.m., en las cercanías de Queule, y en menor proporción terrazas fluvioestuarinas y acantilados costeros.

En la figura 2 se observa que el terreno de la escuela Rayen Lafquén se ubica en la parte media a baja de una subcuenca hidrológica por donde escurren e infiltran aguas lluvias en dirección hacia el noroeste.



Figura 2. Imagen modificada de Google Earth donde se muestra el emplazamiento de la escuela Rayen Lafquén en la parte media a baja de una subcuenca hidrológica. Indicar el norte en la imagen

De acuerdo al relato del director del establecimiento educacional, para el emplazamiento de las antiguas instalaciones de la escuela se emparejó el terreno utilizando relleno artificial (Fig.3) conformado por escombros de antiguas edificaciones, fragmentos y bloques de rocas metamórficas y en una matriz fina compuesta por una mezcla de suelos y fragmentos molidos de rocas metamórficas, con alto contenido de limos, arcillas y micas.

En el trabajo en terreno se observó también que las remociones en masa afectarían al material utilizado como relleno.

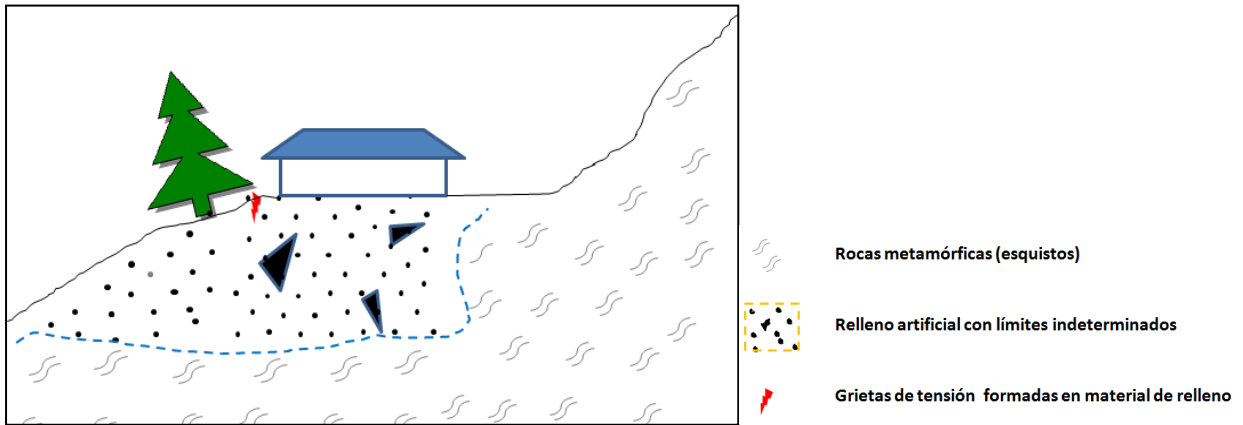


Figura 3. Perfil esquemático del emplazamiento de las antiguas instalaciones de la escuela Rayen Lafquén sobre depósitos de relleno artificial.

La geología está representada, principalmente, por rocas metamórficas del Paleozoico y Triásico, correspondientes a esquistos pelíticos micáceos y máficos, agrupadas en el Complejo Metamórfico Bahía Mansa (Duhart *et al.*, 2003; PzTrbma y PzTrbmb, en figura 4). Además, se exponen depósitos fluvioestuarinos y fluviales, compuestos principalmente por arenas no consolidadas (Duhart *et al.*, 2003; Plfe y Hf en figura 4), asociados a cursos fluviales y planicies de inundación, antiguas y actuales.

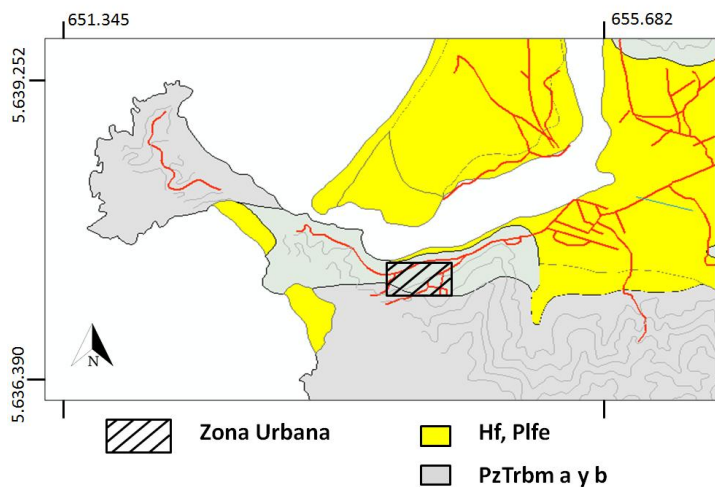


Figura 4. Geología del área de estudio (modificado de Quiroz y Duhart, 2008).

CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA REMOCIÓN EN MASA.

En la figura 5, el área delimitada con línea segmentada de color naranja, corresponde a material de relleno compuesto por escombros, rocas y suelos limo-arcilloso-micáceos. En la década de los 80 sobre estos depósitos se emplazó la Escuela Rayén Lafquén, cuyas instalaciones en ese sector corresponden a un edificio de madera en forma de L (en planta) y parte del patio para recreo de los estudiantes (Fig. 6).

De acuerdo al relato del director del establecimiento, el agua de desagüe de la quebrada que fluye de sur a NW (Fig.2) fue entubada para circular bajo los depósitos de relleno artificial en el sector de la escuela (Fig. 5).

Inmediatamente al oeste del recinto educacional y fuera de este, el agua infiltra libremente en el terreno y aflora a través de una vertiente bajo el punto B de la imagen (Figs. 5 y 11).



Figura 5. Imagen en planta del emplazamiento de la Escuela Rayén Lafquén y los principales rasgos observados (Imagen Google Earth).



Figura 6. Instalaciones de la Escuela Rayén Lafquén que se emplazan sobre relleno artificial.

En el **punto A** de la figura 5 (WGS84: UTM 654.001 E / 5.637.337 N), cuyo detalle se observa en las figuras 7, 8 y 9; se observó desplazamiento de material de relleno artificial con las siguientes características:

Desplazamiento vertical de material de 1,2 m de altura quedando expuestos suelos arcillosos y micáceos con fragmentos de rocas metamórficas esquistas y micáceas de hasta 40 cm de diámetro.

Desplazamiento horizontal del material de unos 80 cm (total).

Formación de grieta en la corona del deslizamiento de unos 15 m de largo y abertura de hasta 15 cm

La remoción corresponde a la corona de deslizamiento rotacional que afectaría a material de relleno ubicado en la quebrada definida en el área color naranja de la figura 5. La remoción habría movilizado un volumen del orden de 15-20 m³.

Efecto: destrucción parcial de pandereta o muro del recinto educacional, hundimiento del terreno correspondiente a parte de la base del patio del recinto educacional.

De acuerdo a la información entregada por ONEMI el día 3 de septiembre, el desplazamiento vertical habría aumentado en 1 m desde la fecha de la evaluación realizada el 20 de Agosto.



Figura 7. Vista general de la corona del deslizamiento (punto A) que afecto parte de las instalaciones de la Escuela Rayen Lafquén (patio).



Figura 8. Imagen del desplazamiento vertical del relleno (1,2 m) que afecto parte de las instalaciones de la Escuela Rayen Lafquén en el punto A (patio).



Figura 9. Imagen del desplazamiento horizontal del relleno (80 cm en total) que afecto parte de las instalaciones de la Escuela Rayen Lafquén en el punto A (patio).

En el **punto B** de la figura 5 (WGS84: UTM 653.987 E / 5.637.327 N) ubicado en material de relleno, se observó la formación de una grieta de 8 m largo aproximado de dirección EW, paralela al escarpe y a unos 70 cm de su borde (Fig. 10). Se observó abundante agua que filtra a través de los depósitos que conforman esta terraza (Fig. 11).

Efecto: material saturado de agua y arboles (pinos y eucaliptus) inclinados.



Figura 10. Imagen de grieta de tensión (línea roja) paralela al borde de plataforma de relleno artificial justo al oeste de la Escuela Rayen Lafquén (punto B). Nótese el pino inclinado.



Figura 11. Bajo el punto B se observa vertiente de agua que filtra a través del terreno.

En el **punto C** de la figura 5 (WGS84: UTM 653.945 E / 5.637.321 N) ubicado en material de relleno, se observó la formación de una grieta de tensión de unos 12 m de largo de dirección N30E, paralela al escarpe y a unos 2 m de su borde (Fig.12).



Figura 12. Imagen de grieta de tensión (línea roja) paralela al borde de plataforma de relleno artificial al oeste de la Escuela Rayen Lafquén (punto C).



FACTORES CONDICIONANTES

Los factores condicionantes tienen relación con las características intrínsecas del terreno, factores externos (ambientales o antropogénicos) que generan condiciones favorables para que se desarrollen remociones en masa, pero no constituyen el evento detonante del movimiento (Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, 2007).

En el sector evaluado, los principales condicionantes observados son:

- Relleno artificial heterogéneo, compuesto de una mezcla de bloques y materiales semi-expansivos (arcillas) y otros con tendencia a deslizar (micas).
- Presencia de agua que filtra libremente a través de los depósitos.
- Diversas grietas abiertas por las cuales se produce infiltración de aguas lluvia.
- Ubicación dentro de una subcuenca con escasa a nula canalización de aguas lluvias en el sector evaluado.

FACTORES DESENCADENANTES

Los factores desencadenantes tienen relación con las variables (ambientales y/o antrópicas) que están involucradas en la causa directa e inmediata de una remoción en masa (Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, 2007). Estos factores pueden ser climáticos (lluvias intensas), tectónicos (sismos), antrópicos (ej. excavaciones en base de taludes), etc.

De acuerdo a las observaciones en terreno y antecedentes entregados, la remoción en masa, podría ser producto de las intensas lluvias anteriores al evento, que habrían desestabilizado el material, previamente saturado de agua.

Aunque no existe certeza de la fecha exacta en que se produjo esta remoción en masa, según los antecedentes entregados, esta habría ocurrido durante los primeros 10 días de agosto de 2015, período en el que, de acuerdo a la Dirección Meteorológica de Chile (Dirección Meteorológica de Chile, 2015), se registraron alrededor de 130 mm de aguas lluvia en total con un máximo de 34 mm/24 hrs el día 5 de agosto (Estación Pichoy) y 90 mm de aguas lluvia en total con un máximo de 37 mm/24 hrs el día 8 de agosto (Estación Maquehue).



CONSIDERACIONES FINALES Y RECOMENDACIONES

Las características granulométricas y composicionales del relleno artificial sobre el que se emplaza parte del recinto (edificio antiguo y parte del patio), no son aptas para fundación de infraestructura educacional, por el riesgo que representa para estudiantes, profesores y funcionarios. En este sentido, se hace necesario estudios geotécnicos de detalle para evaluar las características particulares de estos depósitos e implementar las medidas de mitigación que sean necesarias, o bien, dar otro uso, apropiado y seguro, a estos terrenos.

En todo el sector donde se encuentran los depósitos de relleno artificial, se deben implementar medidas de canalización de aguas lluvias para impedir que estas saturen los materiales y aumenten su inestabilidad.

Se recomienda evaluar origen de aguas y líquidos que filtran a través de los depósitos, debido a que estos podrían corresponder a aguas servidas y representar un riesgo sanitario, además de ser indicio de rotura de algún tipo de cañería en la ladera urbanizada.

En el corto plazo se recomienda mantener un monitoreo de las grietas de tensión formadas en el borde del depósito de relleno, ya que durante periodos de lluvias intensas se podrían producir nuevos deslizamientos. Informar a SERNAGEOMIN ante ocurrencia de nuevos procesos de remoción en masa.

Se recomienda la instalación de señalética adecuada, que indique que este sector se encuentra con peligro de derrumbe, para impedir o minimizar la circulación de personas a través de esta ladera. Esto debido a la presencia de grietas y posible desarrollo de nuevas remociones durante episodios de intensas lluvias.

Es necesario que se adopten medidas en el corto a mediano plazo, con el fin de minimizar el retroceso del escarpe, el que, de no ser intervenido, podría alcanzar al colegio dentro de los próximos años.

REFERENCIAS

Dirección Meteorológica de Chile, 2015. Informe de la Dirección Meteorológica de Chile, Estaciones Maquehue y Pichoy (<http://164.77.222.61/climatologia/>).

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 Multinacional*, No. 4, 432 p., 1 Cd-Rom.

Quiróz, D.; Duhart, P.2008. Geología del Área Queule-Toltén, Región de La Araucanía. *Servicio Nacional de Geología y Minería*, Serie Geológica Básica, No. 110, 22 p., 1 mapa escala 1:100.000. Santiago.

Temuco, Agosto de 2015