

OCTUBRE DE 2023

# RECURSOS NATURALES COMUNA DE ALTO BIOBÍO

# CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

## CLIMA

Alto Biobío, se encuentra dentro de una zona de transición entre climas templados secos de la zona central de Chile y climas templados lluviosos, desarrollados al sur del río Biobío (Municipalidad de Alto Biobío, 2006).

Hacia sectores de la cordillera andina sobre los 1.500 metros de altura, se desarrolla un clima frío de altura, con abundantes precipitaciones sobre los 2.000 milímetros, presentando bajas temperaturas, lo que da lugar a la acumulación de nieve de manera permanente (Municipalidad de Alto Biobío, 2006).

Las temperaturas de este sector fluctúan entre los 6,9 y 10°C. En la cordillera de Los Andes por sobre los 1.500 msnm se presentan temperaturas muy bajas (4°C) (Dirección General de Aguas, 2004).

## GEOMORFOLOGÍA

Alto Biobío se ubica en una zona geomorfológica caracterizada en forma inicial por la acción glacial y la actividad volcánica, a la que se ha superpuesto la erosión provocada por numerosos ríos y esteros (Municipalidad de Alto Biobío, 2006).

La cordillera Andina está representada por sus contrafuertes más occidentales, que constituyen un relieve abrupto de difícil acceso. Sus alturas promedio fluctúan entre los 1.700 y 1.800 msnm (Dirección General de Aguas, 2012).

Al pertenecer a la cuenca del río Biobío, este en su sector cordillerano aparecen cadenas transversales y otras en forma de bisel o forma de arco montañoso. También se reconoce una hoya lacustre en las nacientes del río Biobío (lago Gualletue). Una segunda característica es la ocupación de sus altos valles por recubrimiento glaciovolcánico (Dirección General de Aguas, 2012).

En la Cordillera Principal se ubican numerosos volcanes activos, como el Callaqui y el Copahue.

En esta misma la unidad de la cordillera Andina se advierte la presencia de glaciares que cubren una reducida superficie y que se asocian a las cumbres de los estrato-volcanes). Se observan además, numerosas lagunas, de diversos tamaños y formas, embalsadas en depresiones por depósitos morrénicos, emplazadas en circos glaciares o debido al tectonismo de la zona (Dirección General de Aguas, 2012).

## GEOLOGÍA

Las secuencias volcánico-sedimentarias del período Jurásico corresponden a los rasgos geomorfológicos más antiguos y profundos. En el Terciario aparece la secuencia volcánico-clástica de la formación Curamallín. Posteriormente aparecen los estratos de Ránquil e Ignimbrita de Liucura, con presencia de flujos piroclásticos dacíticos e intrusiones de pórfidos, granodioritas y dioritas. Durante el Pleistoceno se manifiestan los estratos compuestos por basaltos andesíticos, lavas basálticas, brechas, aglomerados y tobas. Por último, durante el Cuaternario aparecen los volcanes modernos tales como el Callaqui, Copahue, al interior del actual territorio comunal, y otros como el Tolhuaca y Lonquimay, y se producen los depósitos de relleno tales como remoción en masa, fluviales, avalanchas volcánicas, glacio-lacustres, lahares, conos de deyección y coluviales (Municipalidad de Alto Biobío, 2006).

Por otro lado, también se encuentran depósitos coluviales y conos de deyección, ampliamente distribuidos en la zona y corresponden a depósitos diamicticos los depósitos más importantes de la unidad se ubican a lo largo de todo el curso de los valles de los ríos Chaquílvin y Queuco (Municipalidad de Alto Biobío, 2006)

De acuerdo con lo establecido en el Mapa Geológico de Chile realizado por el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN, 2003), Alto Biobío se encuentra conformada por 9 formaciones rocosas: KT2, OM2c, M3i, Mimg, Mg, PI3, PPI3, Q1, y Q3i.

**KT2:** Secuencias volcanosedimentarias: areniscas, paraconglomerados, lavas andesíticas y dacíticas, intercalaciones de ignimbritas, limolitas y calizas, pertenecientes a la época del Cretácico Superior-Terciario Inferior.

**OM2c:** Secuencias volcanosedimentarias de la época del Oligoceno-Mioceno correspondientes a lavas basálticas a dacíticas, rocas epiclásticas y piroclásticas.

**M3i:** Complejos volcánicos parcialmente erosionados y secuencias volcánicas: lavas, brechas, domos y rocas piroclásticas andesítico-basálticas a dacíticas, pertenecientes a la época del Mioceno Inferio-Medio.

**Mimg:** Rocas intrusivas de época del Mioceno, tales como Granodioritas, monzogranitos, monzodioritas, monzonitas y dioritas de biotita y hornblenda.

**Mg:** Rocas intrusivas de época del Mioceno, correspondientes a Granodioritas, dioritas y tonalitas.

**PI3:** Secuencias lávicas y centros volcánicos básicos e intermedios; depósitos piroclásticos andesíticobasálticos.

**PP13:** Secuencias volcánicas de la época del Plioceno-Pleistoceno constituídas por secuencias y centros volcánicos parcialmente erodados: lavas principalmente basálticas con intercalaciones de tobas y conglomerados.

**Q1:** secuencias sedimentarias compuestas por depósitos aluviales, coluviales y de remoción en masa; en menor proporción fluvio-glaciales, deltaicos, litorales o indiferenciados pertenecientes a la época del Pleistoceno-Holoceno.

**Q3i:** secuencias volcánicas de la época del Cuaternario, compuestas por estratovolcanes y complejos volcánicos: lavas basálticas a riolíticas, domos y depósitos piroclásticos andesítico-basálticos a dacíticos

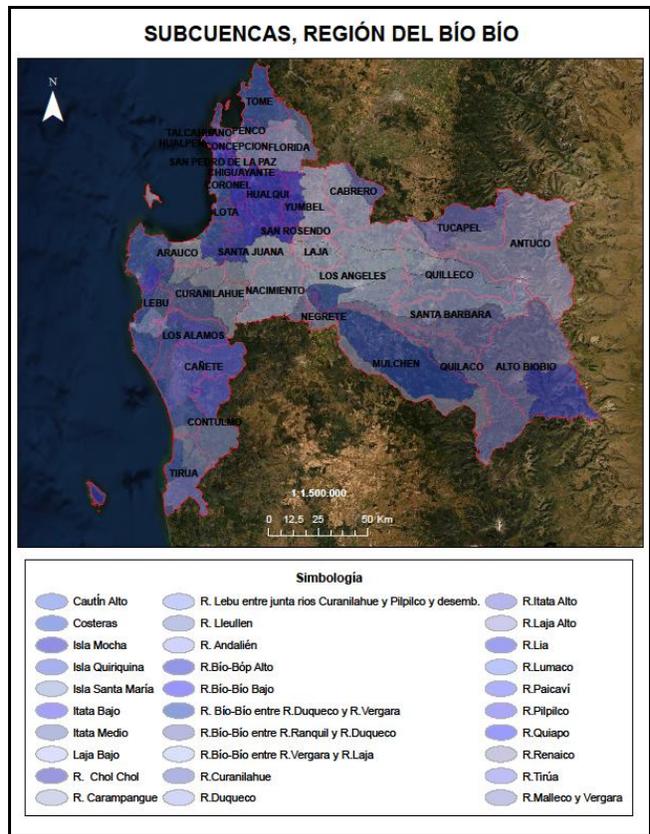
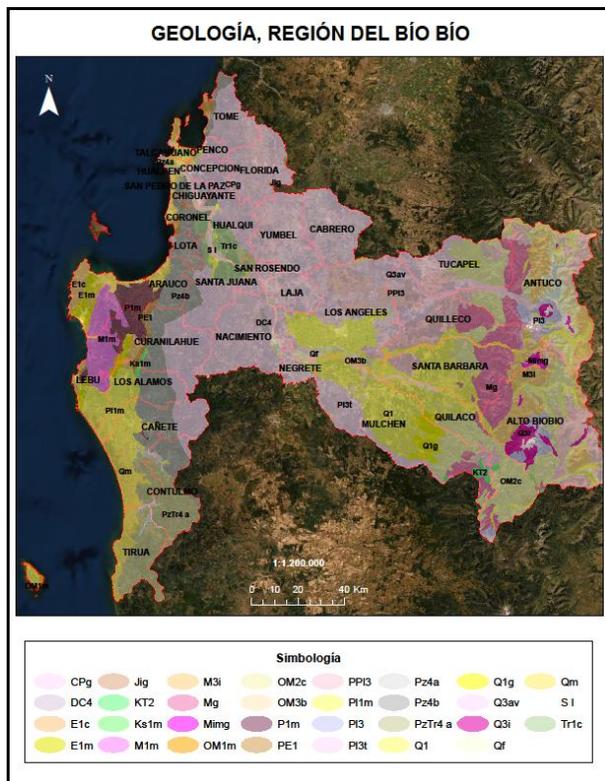
## HIDROGRAFÍA

La comuna participa en su totalidad de la cuenca del río Biobío, el que, en su curso superior, se caracteriza por presentar un régimen de alimentación nival (Municipalidad de Alto Biobío, 2006).

El río Biobío, nace en la ribera oriental de la laguna Gualletué en la cordillera de los Andes de la región de la Araucanía, y su curso superior se desarrolla en un valle intermontano de origen glacial, generando numerosos meandros (Dirección General de Aguas, 2004).

Su curso superior se desarrolla con dirección al norte por un valle intermontano de origen glacial, recibiendo muchos afluentes de pequeño caudal como los ríos Liucura, Pehuenco, Gualyepulli, Pedregoso, Mitrauquén, Lonquimay (el más importante del alto Biobío) y Rahue (Municipalidad de Alto Biobío, 2006).

A partir de la confluencia con éste último, el Biobío se encajona, y sus aguas adquieren gran velocidad en un medio abrupto, recibiendo entonces las aguas de los ríos Ranquil, Lolco, Chaquilvín, Pangué y Queuco. En el territorio comunal incluye la vertiente sur de la cuenca del río Queuco y la cuenca del río Lomín, existiendo otras cuencas pequeñas asociadas a laderas del volcán Callaqui (Municipalidad de Alto Biobío, 2006).



Subcuencas región del Biobío. Fuente: Elaborado a partir de información de la Dirección General de Aguas (2016).

Mapa Geológico de Chile, región del Biobío. Fuente: Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), 2003.

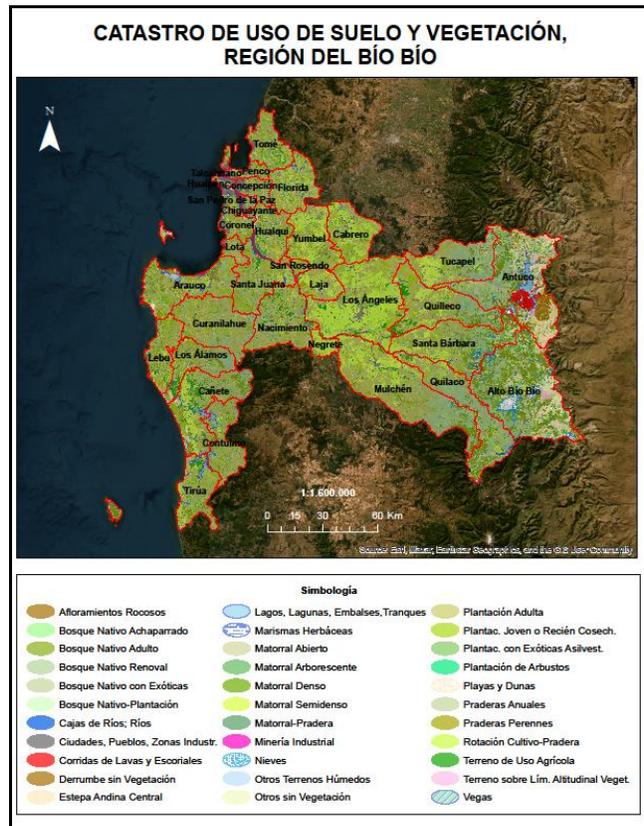
## VEGETACIÓN

Debido a que la comuna se emplaza en la sección superior de la cuenca del río Biobío, de acuerdo con lo descrito por Gajardo (1993), es posible identificar dos regiones, la primera corresponde a la Región del Bosque andino patagónico, cuyo paisaje vegetal se caracteriza por la presencia dominante de lenga (*Nothofagus pumilio*), que es una especie de tipo caducifolio micrófilo, la cual participa en mayor o menor medida en las distintas comunidades presentes en el territorio de la región. Representa los bosques alto - montanos que se extienden entre las regiones del Biobío y Los Lagos, cuya característica ambiental distintiva dentro de la región ecológica es presentar condiciones estivales más favorables. Desde el punto de vista florístico, el carácter más destacado es la presencia de araucaria (*Araucaria araucana*), como árbol dominante del paisaje vegetal (Dirección General de Aguas, 2004).

La segunda región existente en el territorio comunal, corresponde a la Región del Bosque Caducifolio, la cual se caracteriza por la presencia en las estratás arbóreas de especies del género *Nothofagus*, distinguiéndose la subregión del Bosque Caducifolio Andino, la cual, se distribuye por las laderas intermedias y altas de la cordillera de los Andes respondiendo a condiciones ecológicas de mayor precipitación y a temperaturas más bajas que las existentes en los ambientes de la depresión central. Es un bosque denso con un dosel muy alto fuertemente penetrado por especies laurifoliadas. El paisaje boscoso se interrumpe por frecuentes situaciones de renovales y sectores donde el bosque ha sido remplazado por praderas (Dirección General de Aguas, 2004).

Desde el punto de vista de la superficie de bosque nativo se encuentra presente en toda la comuna y está compuesto por seis tipos forestales: Roble-Raulí-Coihue; Lenga; Araucaria; Coihue-Raulí-Tepa; Ciprés de la cordillera y finalmente el tipo forestal siempreverde (Centro de Información de Recursos Naturales, SIMEF, 2018).

En cuanto a la vegetación de tipo matorral, en el territorio comunal se identifica el Matorral Patagónico con Araucaria; esta formación que presenta condiciones áridas frías, típicas del paisaje patagónico. Allí se encuentra una comunidad de Araucaria-coirón (*Festuca scabriuscula*), que ocupa situaciones ambientales más limitantes, distribuyéndose en las más altas cumbres, sobre requeríos, en la vertiente oriental más árida y en los campos de lava volcánica (Municipalidad de Alto Biobío, 2006).



Catastro de uso de suelo y vegetación, región del Biobío.  
Fuente: Corporación Nacional Forestal (2015)

## SUELOS

En la zona alta del Bío Bío, se identifican siete grupos de suelos: trumaos, rojo arcillos de origen volcánico, sedimentario de posición baja, aluviales, graníticos, metamórficos y sedimentarios marinos (Municipalidad de Alto Biobío, 2006).

Los suelos trumaos se extienden de forma paralela a la cordillera de Los Andes entre los 500 y 1.200 msnm, poseen un relieve montañoso, con pendientes moderadas y fuertes, a su vez, se caracterizan por presentar una textura moderadamente liviana, buena permeabilidad y buen drenaje (Municipalidad de Alto Bío Bío, 2006).

En cuanto a los suelos de origen aluvial, esto poseen una topografía plana y ligeramente ondulada, en planos depositacionales, compuestos de limos sobre gravas, con matriz arenosa o limosa y ocasionalmente sobre arenas, de litología mixta. Son buenos suelos agrícolas (Municipalidad de Alto Biobío, 2006).

En cuanto a su capacidad de uso, basado en el Estudio Agrológico de Suelos realizado por el Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN, 2014), Alto Bío Bío posee un predominio de suelos Clase VIII, representando un 93,1% del territorio comunal respectivamente, esta clase de suelos, corresponden a suelos sin valor agrícolas, ganadero o forestales y su uso está limitado solamente para la vida silvestre, recreación o protección de hoya hidrográficas (Centro de Información de Recursos Naturales, SIT Rural, 2023)

Clase de uso de suelo	Superficie (ha)	%
III	340,5	0,3
IV	3.184,3	2,9
N.C	1.426,7	1,3
VI	505,1	0,5
VII	2.070,9	1,9
VIII	101.801,2	93,1

Fuente: Elaboración propia a partir de Estudio Agrológico de Suelos, Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN, 2014).



Estudio Agrológico de Suelos, región del Biobío. Fuente: Centro de Información de Recursos Naturales (2014).

# AMENAZAS NATURALES Y ZONAS DE RIESGO

## RIESGO HIDROMETEOROLÓGICO

El cambio en los patrones globales del clima, así como su dinámica natural pueden ocasionar una alta incidencia en la ocurrencia de fenómenos extremos y en consecuencia aumentar los niveles de riesgo (Henríquez et al., 2016).

En la región del Biobío, las amenazas de tipo hidrometeorológicas son trascendentales en la planificación de los recursos, debido a la periodicidad con que ocurren y la afectación a personas que provocan, entre ellos destacan las inundaciones, por desbordamientos de cauces, las comunas y localidades ribereñas se han visto muy afectadas producto de estos eventos, entre ellas las de mayor riesgo debido a la cercanía de sectores poblados, registro de crecidas y la existencia de centrales hidroeléctricas aguas arriba son todas las comunas ubicadas en la ribera del río Biobío (Oficina Nacional de Emergencia, hoy Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres, 2018).

Asociado también a eventos de tipo hidrometeorológico, existe una alta probabilidad de ocurrencia de remociones en masa en la comuna (Oficina Nacional de Emergencia, hoy Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres, 2018).

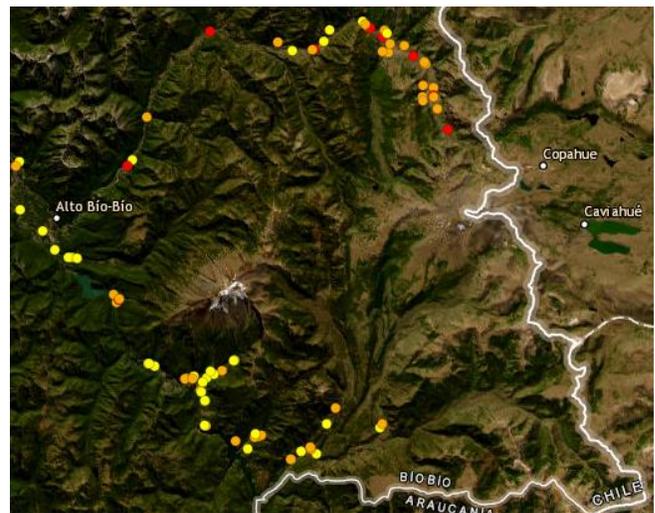
Otra amenaza presente tanto en la comuna como en el resto de la región, es el déficit hídrico en zonas rurales. Este fenómeno afecta a gran parte de la región del Biobío, debiéndose entregar a las comunidades de diferentes provincias, agua potable para consumo humano, de manera constante. Para el 2018 se contabilizaron 24 comunas con afectación asociada a déficit hídrico de las 33 que componen la región del Biobío (Oficina Nacional de Emergencia, hoy Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres, 2018).

Por otro lado, las nevadas también son recurrente en la comuna, las que se registran en sectores cordilleranos y precordilleranos en el período de otoño – invierno, siendo las localidades de Alto Biobío afectadas (Oficina Nacional de Emergencia, hoy Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres, 2018).

Durante el fin de semana del 23 de junio de 2023, un sistema frontal afectó a las regiones de O'Higgins, Maule, Ñuble y Biobío, lo que provocó el aumento del caudal de ríos como el Malal en la comuna de Alto Biobío, provocando el aislamiento de más de 700 personas por desborde del cauce en el sector Butalelbun (Radio Bío Bío, 2023).

Lo anterior derivó en el corte de un puente y el aislamiento de varias comunidades pehuenches y más de media docena de profesoras de la escuela del sector ya señalado (Radio Bío Bío, 2023).

De acuerdo al Catastro de puntos críticos en la temporada de invierno 2022, realizado por el Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED), en la comuna se identificaron 70 puntos críticos, cuyas causas corresponden principalmente a acumulación de nieve, flujo de barro/detritos (aluvión), deslizamiento y caída de rocas, congelamiento de caminos e inundación por desborde de cauce.



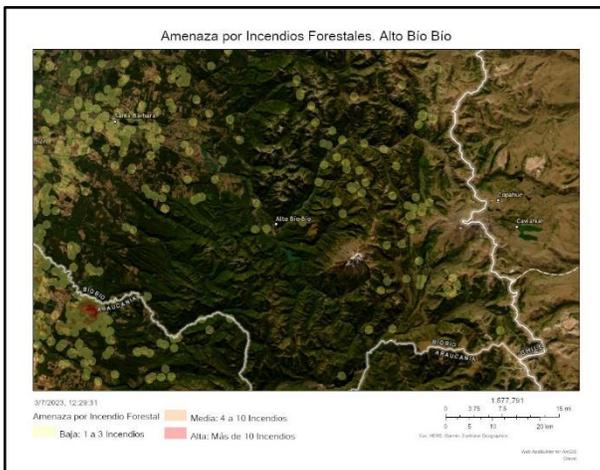
*Puntos críticos de invierno 2023. Alto Biobío, región del Biobío. Fuente: Servicio Nacional de Prevención y Respuesta Ante Desastres (SENAPRED), Geoportal Puntos Críticos Programa Invierno 2023.*

## INCENDIOS FORESTALES

Un incendio forestal es un fuego que, cualquiera sea su origen y con peligro o daño a las personas, la propiedad o el ambiente, se propaga sin control en terrenos rurales, a través de vegetación leñosa, arbustiva o herbácea, viva o muerta. Es decir, es un fuego injustificado y descontrolado en el cual los combustibles son vegetales y que, en su propagación, puede destruir todo lo que encuentre a su paso (Corporación Nacional Forestal).

De acuerdo a datos del quinquenio 2011-2015, expuestos por la Corporación Nacional Forestal (CONAF), a nivel regional, Bío Bío concentra alrededor del 44% de la cantidad de incendios forestales que se producen en el país y el 25,2% de la superficie afectada. El período 2016-2017 ha sido uno de los más devastadores para la zona centro sur del país, registrándose 5.244 incendios, de los cuales 1.951 ocurrieron en la región del Biobío, dejando un saldo de destrucción de 119.680,10 hectáreas, 508 viviendas destruidas y más de 7.500 personas afectadas. (Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres, 2020).

De acuerdo con las estadísticas de incendios de la Corporación Nacional Forestal, durante el periodo 2021-2022, el número de incendios forestales en la comuna fue de 9, afectando a un total de 11,79 hectáreas forestales.



*Amenaza por Incendios Forestales, Alto Biobío, región del Biobío. Fuente: Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres, Visor Chile Preparado.*

## SISMICIDAD

La zona de la comuna se encuentra situada en un ámbito que presenta sismicidad natural controlada por la convergencia (9 cm/año) de placas litosféricas de grandes dimensiones conocidas como la placa Sudamericana (que contiene a todo el continente sudamericano y parte del océano Atlántico) y la Placa de Nazca, la cual abarca un sector del océano Pacífico desde el Ecuador por el norte hasta la península de Taitao por el sur, la isla de Pascua por el Oeste y la Fosa de Chile-Perú por el oriente (Municipalidad de Alto Biobío, 2006).

También ocurre sismicidad natural en las vecindades de las cámaras magmáticas de los volcanes activos, donde cobra relevancia en el territorio comunal, el volcán Callaqui (Municipalidad de Alto Biobío, 2006).

## VOLCANISMO

El volcanismo en la comuna está expresado por la presencia de los volcanes Callaqui y Copahue, ambos catalogados como activos.

El volcán Callaqui posee una altura de 3.164 msnm y se ubica a 10 kilómetros de Ralco, posee una estructura de tipo estratovolcán y pertenece a la categoría Histórico, con su última erupción conocida en 1997 (Dirección General de Aguas, 2004).

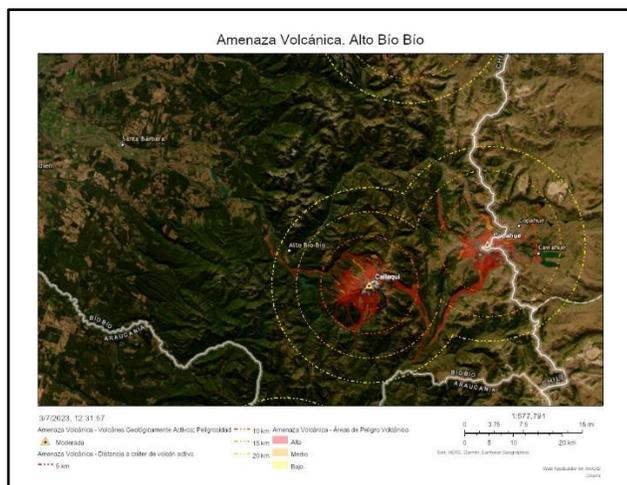
La presencia de un casquete glaciar en la cima del volcán Callaqui, la abundante precipitación de lluvia y nieve característica de la región, implica que se trata de un potencial generador de lahares o aluviones volcánicos. Los valles susceptibles de inundaciones laháricas corresponden a los ríos Pangue, Malla, Ralco y Quillaicahue (Servicio Nacional de Geología y Minería).

En cuanto al volcán Copahue, corresponde a un volcán binacional, ya que se encuentra en el límite de Chile (comuna de Antuco) y la República Argentina. Las localidades con mayor exposición a una erupción de este volcán son Butalelbún, Trapa Trapa, El Barco y Guayalí (Oficina Nacional de Emergencia, hoy Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres, 2020).

El volcán Copahue ha presentado importantes cambios en su actividad desde 2013 a la actualidad. En la comuna de Alto Biobío más de un 25% de la población (1.612 personas), de origen pehuenche en su mayoría, están expuestas a los peligros del volcán Copahue, así también se registran 4 Establecimientos de Educación, 3 Postas y 2 Avanzadas de Carabineros. Para el volcán Callaqui en cambio, la población expuesta aumenta al 50% del total comunal (Oficina Nacional de Emergencia, hoy Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres, 2018).

Los principales peligros asociados a esta amenaza, son flujo de lava, flujo de lahares, flujo piroclástico y nube de cenizas (Oficina Nacional de Emergencia, hoy Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres, 2018).

En junio de 2019, producto de fuertes precipitaciones, se desencadenó un deslizamiento en el camino que conecta la localidad de Ralco con Trapa Trapa dejando como resultado más de 4.000 personas aisladas. En particular, las precipitaciones superaron los 141 milímetros en el sector cordillerano de la región del Biobío, provocando desbordes de ríos y esteros en el lugar (Vergara, 2020).



*Amenaza Volcánica, comuna de Alto Biobío, región del Biobío. Fuente: Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres, Visor Chile Preparado.*

## REMOCIONES EN MASA

Debido a que en la comuna hay un volcanismo activo, producto de este es posible que se originen corrientes laháricas, los que se originan comúnmente por la fusión repentina del hielo y nieve localizado en la cima y los flancos. Dado que todos los volcanes de esta zona tienen glaciares y se cubren de nieve, son capaces de generar lahares durante sus erupciones (Municipalidad de Alto Biobío, 2006).

La eventual actividad sísmica durante una posible erupción futura, podría provocar deslizamientos en lugares geológicamente inestables, en escombreras activas, en las laderas escarpadas del edificio volcánico, en acumulaciones piroclásticas no consolidados, etc. Estos deslizamientos han ocurrido con frecuencia durante erupciones (Municipalidad de Alto Biobío, 2006).

El día 31 de diciembre del año 2006, tuvo lugar un sismo de magnitud Mw 5.6, con el epicentro cercano a la zona de Chenqueco, a unos 15 kilómetros del muro del embalse Ralco. Este sismo actuó como agente desencadenante para una serie de deslizamientos de suelo y rocas en la zona, siendo el más importante el ubicado en el kilómetro 10,6 camino a Chenqueco (Vergara, 2020).

# BIBLIOGRAFÍA

- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). (2018). Sistema de Monitoreo de Ecosistemas Forestales (SIMEF). *Comuna de Alto Bío Bío. Informe Comunal* <https://simef.minagri.gob.cl/bibliotecadigital/bitstream/handle/20.500.12978/120/R08314-INFORME%20COMUNAL%20ALTO%20BIOB%203%8DO.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). (2023). *Sistema de Información Territorial Rural. Descripción de Coberturas Publicadas en Visualizados de Mapas*. <https://www.sitrural.cl/#!/documentos>
- Corporación Nacional Forestal (2022). *Estadística-Ocurrencia y Daño por Comuna 1985-2022*. <https://www.conaf.cl/incendios-forestales/incendios-forestales-en-chile/estadisticas-historicas/>
- Dirección General de Aguas (DGA). (2004). *Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según objetivos de Calidad. Cuenca del Río Bío Bío* <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/BioBio.pdf>
- Dirección General de Aguas (DGA). (2012). *Estudio Hidrogeológico Cuenca Bío Bío. Tomo I Informe Final y Planos*. <https://snia.mop.gob.cl/sad/SUB5433v1.pdf>
- Henríquez, Cristián, Aspee, Nicolle, & Quense, Jorge. (2016). Zonas de catástrofe por eventos hidrometeorológicos en Chile y aportes para un índice de riesgo climático. *Revista de geografía Norte Grande*, (63), 27-44. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022016000100003>
- Municipalidad de Alto Bío Bío. (2006). *Plan de Desarrollo Comunal 2009*. <https://gorebiobio.cl/wp-content/uploads/2019/01/PLADECO-ALTO-BIO-BIO.pdf>
- Radio Bío Bío. (2023). <https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-del-bio-bio/2023/06/23/alto-bio-bio-mas-de-700-personas-aisladas-por-aumento-de-caudal-de-rio-durante-sistema-frontal.shtml> (Consultado el 04 de julio, 2023)
- Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED). (2018). *Plan Para la Reducción del Riesgo de Desastres, Región del Bío Bío* [https://bibliogrdsenapred.gob.cl/web/bitstream/handle/2012/1873/P-PRRD-PO-ARD-04\\_VIII\\_21.11.2018.pdf?sequence=5](https://bibliogrdsenapred.gob.cl/web/bitstream/handle/2012/1873/P-PRRD-PO-ARD-04_VIII_21.11.2018.pdf?sequence=5)
- Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED). (2020). *Plan Específico de Emergencia por Variable de Riesgo. Incendios Forestales Región del Bío Bío* <https://bibliogrdsenapred.gob.cl/bitstream/handle/2012/1886/Plan%20Especifico%20Regional%20por%20variable%20de%20IFF%202020.pdf?sequence=31&isAllowed=y>
- Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED). (2020). *Plan Específico de Emergencia por Variable de Riesgo Volcánico: Volcán Copahue Comuna de Alto Bío Bío, región del Bío Bío. Versión 0.3* [https://bibliogrdsenapred.gob.cl/bitstream/handle/2012/1886/P-PEEVR-PO-ARD-04\\_VIII\\_19.04.2021.pdf?sequence=29&isAllowed=y](https://bibliogrdsenapred.gob.cl/bitstream/handle/2012/1886/P-PEEVR-PO-ARD-04_VIII_19.04.2021.pdf?sequence=29&isAllowed=y)
- Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED). Visor Chile Preparado. Territorio y Amenazas. <https://geoportalonemi.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=5062b40cc3e347c8b11fd8b20a639a88>
- Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED). Geoportal Puntos Críticos Programa Invierno <https://geoportalonemi.maps.arcgis.com/apps/dashboards/493456845a614ababbf0222be36e445b>
- Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). (2003). *Mapa Geológico de Chile*. Versión Digital.

Servicio Nacional de Geología y Minería. Monitoreo Volcánico <https://rnvv.sernageomin.cl/volcan-callaqui/>

Vergara H., Emilio, F. (2020). *Análisis de Suseptibilidad de Remociones en Masa en el área del Embalse Ralco, Comuna de Alto Bío Bío, Región del Bío Bío, Chile*. Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Químicas, Departamento Ciencias de la Tierra. Memoria para optar al Título de Geólogo.  
<http://repositorio.udec.cl/xmlui/handle/11594/425>