

Capítulo III

EL SOPORTE FÍSICO DEL TERRITORIO COMUNAL

ANTECEDENTES GENERALES

La comuna se ubica en la denominada **Subregión Cordillerana-Lacustre** de la zona centro-sur del país. Morfológicamente, se emplaza en la **Región Central Lacustre y del Llano Glacio-Volcánico**, que se extiende entre el río Bio Bio por el norte hasta el canal de Chacao por el sur¹; al interior de esta macro unidad, el relieve comunal se modela en terrenos cordilleranos con volcanismo activo (Cordillera Volcánica Activa), sobre conos formados por sedimentos fluvio-glacio-volcánicos (Precordillera Sedimentaria) e incorpora terrenos lacustres de morfogénesis glacial y periglacial (Lacustre de Barrera Morrénica).

Desde el punto de vista climático, el territorio se integra al **tipo Clima costa occidental con influencia mediterránea** de la clasificación de Köppen², o **Clima mediterráneo perhumedo** de Emberger, caracterizado por la presencia de veranos templados, cortos y frescos e inviernos fríos y húmedos. El régimen térmico presenta valores medios anuales de 12° y extremas promedios entre 16,4° y 6,1°; por su parte las precipitaciones, de tipo frontal y concentradas entre abril y agosto, alcanzan promedios anuales de 2.500 mm.

Hidrográficamente el territorio forma parte del sistema de cuencas exorreicas glacio-lacustres, formadas a partir del represamiento de antiguos valles glaciares, con depósitos morrénicos, que favorecieron la acumulación de las aguas y el posterior desarrollo de los lagos³.

Se identifican como cuenca principal, la del río Trancura, denominado también como Minetué o Pucón y una serie de subcuencas que drenan al anterior, incorporando aguas desde las altas cumbres o alimentando los lagos de este territorio. Como elementos representativos de la comuna se encuentran los lagos Villarrica y Caburgua

Respecto del recurso suelo, dominan los **andosoles**, suelos de origen volcánico, formados principalmente sobre cenizas, recibiendo la designación local de **trumaos**. Se desarrollan preferentemente sobre una topografía ondulada, de lomajes bajos, presentando un incipiente desarrollo de su perfil, debido a la naturaleza relativamente reciente de los materiales volcánicos de los cuales derivan (=inceptisoles).⁴

3.1 ANTECEDENTES GEOLÓGICOS

Los rasgos geológicos comunales indican la presencia dominante, como unidades basales, de rocas magmáticas de carácter tanto intrusivo como volcánico.

Sobre ellas se desarrolla una cubierta de sedimentos no consolidados de origen glacial y en los fondos de valles la cobertura sedimentaria corresponde a materiales fluviales, coluviales, volcánicos y laháricos, tanto actuales como subactuales.

Según la cartografía geológica (SERNAGEOMIN, 1993), se identifican las siguientes unidades de rocas (ver **Carta Unidades Geológicas**)

¹ Instituto Geográfico Militar. 1984. Geografía de Chile. Tomo Geomorfología.

² Clasificación climática. Ver anexo glosario

³ Instituto Geográfico Militar. 1986. Geografía de Chile. Tomo Hidrografía

⁴ Instituto Geográfico Militar. 1987. Geografía de Chile. Tomo Suelos.

Las Rocas:

De acuerdo con la composición de los materiales que constituyen el sustrato físico del territorio comunal, se ha agrupado las rocas en cuatro grandes categorías, correspondientes a: los depósitos sedimentarios recientes y subactuales que ocupan los fondos de valles, terrazas adyacentes y depósitos gravitacionales de ladera; los conjuntos de materiales asociados a la actividad volcánica pasada y actual; una serie de rocas más antiguas que conforman conjuntos estratificados; finalmente los afloramientos de la roca basal intrusiva que subyace a todas las anteriores (SERNAGEOMIN 2002)⁵.

Depósitos Sedimentarios y Volcanoclásticos

Corresponden a sedimentos compuestos por gravas, arenas y limos, además de materiales sedimentarios volcanoclásticos, que se presentan a lo largo de los valles de los ríos Trancura, Liucura y Palguín. Los más antiguos son morrenas de la última glaciación (Llanquihue) que afloran en el borde sureste del lago Villarrica. Depósitos aterrazados rellenan principalmente el fondo del amplio valle del río Trancura y comprenden bancos de gravas, arenas y escasos limos, intercalados con materiales volcanoclásticos (terrazas poligénicas), bien estratificados, horizontales y de mala selección. También ocurren depósitos de deslizamientos, particularmente, en el flanco Sur del volcán La Barda y en el valle del río Palguín.

Hacia el Sur del valle del Trancura y en casi todo su curso inferior, las terrazas poligénicas aparecen cubiertas por depósitos laháricos antiguos y recientes. En los márgenes de los principales valles, como en los bordes del lago Caburgua, abundan los conos de deyección y los depósitos coluviales. Los depósitos fluviales actuales se concentran en el fondo de los cauces de los ríos Trancura, Liucura y Palguín.

Depósitos Morrénicos de la Última Glaciación (Qm)

- Composición: depósitos glaciales (morrenas)
- Distribución: En el margen sureste del lago Villarrica se reconocen cuatro cordones laterales al lago, que consisten en depósitos morrénicos acumulados durante la última glaciación (=Llanquihue), los cuales incluyen sedimentos fluvio-glaciales.
- Edad: 14.000 años AP, en el Pleistoceno Superior. Los glaciares ya se habían retirado por completo de la cuenca del lago Villarrica y del curso inferior del valle del río Trancura.

Terrazas Poligénicas (Qtp)

- Composición: depósitos fluviales, laháricos, de flujos piroclásticos y aluviales
- Descripción: terrazas de más de 10 m de espesor; a éstas se les denominó poligénicas, debido a su variada composición y a los diversos tipos de depositación de los materiales. En la parte alta de estas terrazas en el valle del río Trancura, se reconocen flujos piroclásticos pumíceos (ignimbritas) del volcán Sollipulli, que invadieron la zona hace 2.900 años AP.
- Distribución: valles de los ríos Trancura y Liucura
- Edad: (Holoceno tardío)

Depósitos de Deslizamientos (Qd)

- Composición: Coladas de barro y rocas
- Descripción: En los flancos y pies del flanco sur del volcán La Barda, se reconoce el mayor deslizamiento ocurrido en la comuna de Pucón, cuyo volumen se puede estimar en unos $300 \times 10^6 \text{ m}^3$ ($0,3 \text{ km}^3$). Esta gran remoción en masa obstaculizó y desvió el río Liucura hacia el sur. Otro sector donde se han acumulado varios depósitos de remoción en masa ocurre en el sector sureste de la comuna, a lo largo del valle del río Palguín. Estos deslizamientos provocaron obstrucciones del cauce y consecuentes aluviones.

⁵ Sernageomin.. 1993 Geología y evaluación del riesgo volcánico, Regiones IX y X.
Sernageomin. 2004. Villarrica Volcano, southern Andes, Chile. Boletín N° 61
Sernageomin. 2000. Mapa de peligros del volcán Villarrica. Documento N° 17.

- Edad: se desconoce y el origen de tal fenómeno podría haber sido un gran evento sísmico. En el Holoceno tardío

Conos de Deyección y Coluviales (Qcd)

- Composición: flujos de detritos transportados por el agua y depósitos gravitacionales de bloques rocosos
- Descripción: En las laderas de los cerros y en la base de ellos se reconocen conos de deyección y conos coluviales. Los conos de deyección son producto de sucesivos flujos de detritos que escurren por las quebradas transportados por el agua, los cuales forman abanicos de pendientes superiores a 10° al desembocar en los valles; están formados principalmente por capas de arenas, gravas y bolones, en general, con mala selección. Por su parte, los coluvios son caídas gravitacionales de detritos y bloques rocosos, en cuyo transporte no participa el agua. Están formados por fragmentos rocosos angulosos y tienen mala selección.
- Distribución: Laderas del cerro Chaquilcura y a lo largo del río Palguín, donde los depósitos coluviales son particularmente abundantes.
- Edad: Holoceno-Histórico

Depósitos Laháricos Antiguos (Qlha)

- Composición: depósitos laháricos antiguos del volcán Villarrica, consistentes en grandes bloques rocosos que reposan sobre un suelo de arenas volcánicas gruesas
- Descripción: En aquellos lugares en donde los depósitos laháricos han alcanzado los lagos, se han generado las mejores playas de arenas volcánicas por la acción de las olas, como las de Pucón. Por otra parte, la Península de Pucón que era una isla del lago Villarrica, fue anexada a la costa por la descarga de sucesivos lahares del volcán Villarrica, se estima hace menos de 1.000 años AP. Gran parte de estos depósitos de lahares antiguos están cubiertos por depósitos laháricos más recientes.
- Distribución: Al norte del río Trancura y al oeste de los volcanes Huelemolle, a lo largo del camino entre Pucón y Caburgua
- Edad: Se desconoce, pero se estima es menor que 1.000 años AP y no se descarta que algunos, incluso, puedan ser históricos (siglos XVI y XVII), aunque no hay registro documentado. Holoceno tardío.

Depósitos Laháricos Recientes (Qlhr)

- Composición: bloques rocosos sobre arenas volcánicas gruesas, formando depósitos.
- Descripción: Los cauces que descienden del volcán Villarrica, como el Correntoso, Zanjón Seco - Carmelito, Calabozos y El Turbio, son "corredores" naturales de descargas de lahares durante las erupciones, que han formado un gran cono a la salida del río El Turbio hacia el valle. La vegetación natural que ha crecido sobre estos depósitos, es muy escasa o pequeña (arbustos, renovales), aunque artificialmente se han plantado pinos y eucaliptus, los cuales crecen con rapidez. En el río Trancura, al norte de Pucón, se ha desarrollado un gran delta, cuyo avance ha sido extraordinario durante las últimas décadas, debido principalmente a las erupciones del volcán Villarrica, las cuales han aportado una gran carga de sedimentos laháricos. El delta del Trancura ha avanzado en los últimos 50 años, 1 km dentro del lago Villarrica y 500 m hacia Pucón, reduciendo la extensión de su principal playa. Otras playas recientes se han formado en el borde sur del lago Villarrica, en los deltas de los ríos Correntoso y Carmelito (erupción de 1971).
- Distribución: Los depósitos mayores se pueden observar en la zona de Pucón e inmediatamente al este de la ciudad, rellenando casi todo el fondo del valle.
- Edad: Holoceno-Histórico

Depósitos Fluviales Actuales (Qf)

- Composición: sedimentos no-consolidados de gravas y arenas de origen aluvial
- Descripción: Los depósitos fluviales actuales están restringidos al fondo de sus cauces y tienen importante expresión en su curso inferior, particularmente donde el río Trancura desemboca en el

lago Villarrica en un ancho delta. En este sector los sedimentos son más finos (gravas medias a finas, arenas y limos). Los fluviales actuales incluyen, en parte, sedimentos lacustres.

- Distribución: valles de los ríos Trancura y Liucura.
- Edad: Holoceno-Histórico

Rocas Volcánicas Modernas

Comprenden estratovolcanes, conjuntos de conos piroclásticos, flujos de lava y depósitos piroclásticos, que evidencian el importante desarrollo de la actividad volcánica durante el Pleistoceno Superior-Holoceno en la comuna de Pucón, principalmente representada por el volcán Villarrica y sus productos. Otros centros eruptivos están representados por el estratovolcán Quetripillán, el volcán La Barda y los centros eruptivos menores parásitos, Nevados del volcán Villarrica, e independientes como los volcanes de Caburgua, Huelemolle, Cerro Redondo, Cerro Cañi, el grupo Relicura y el conito San Jorge.

Volcán Villarrica⁶

- Descripción: Corresponde a un estratovolcán⁷, con una superficie de alrededor de 700 km², un volumen del edificio volcánico de aproximadamente 250 km³ y una altura de 2.847 msnm. El volcán presenta una estructura relativamente simple, aunque de estratigrafía compleja, puesto que se alternan y engranan coladas de lavas, lahares, depósitos piroclásticos de caída y depósitos de flujos piroclásticos o ignimbritas, con una composición predominante basáltica y andesítica basáltica.
- Composición: Está formado por lavas y piroclastos de composición basáltica y andesítica-basáltica. Las rocas son porfíricas con fenocristales de plagioclasa y habrían derivado por cristalización fraccionada de magmas más primitivos. A lo largo de su evolución, la composición de los productos emitidos ha sido principalmente basaltos a andesitas medias, siendo las rocas más abundantes las andesitas basálticas.
- Distribución: El edificio volcánico Villarrica comprende 3 unidades evolutivas: un antiguo estratovolcán mixto, erosionado por glaciares y truncado por una caldera elíptica de 6,5 x 4,2 km de diámetro (altura media de 1.900 msnm); un edificio Postglacial construido en el margen NW de la caldera elíptica, el cual, posteriormente, sufrió el colapso de su cima, originándose una caldera menor de 2,2 km de diámetro (altura media de 2.400 msnm.) y un cono más reciente alojado en esta última caldera. En los flancos del edificio volcánico, particularmente hacia el NE y S, se hallan alrededor de 30 centros eruptivos adventicios, incluyendo conos de escorias y centros fisurales menores. Se identifican tres unidades evolutivas: Villarrica I, II y III⁸.
 - * **Unidad Villarrica I (Qvv1):** Corresponde a la primera fase, siendo la de mayor duración y volumen, generando un edificio más elevado que el actual, truncado posteriormente por una caldera de colapso elíptica. Esta última tiene una elevación media de 1900 m, con un diámetro de 6,5 x 4,2 km; aloja un glaciar de unos 40 km², siendo una extensa zona de acumulación nival. Su intensa erosión revela que se desarrolló con anterioridad al período Postglacial.
 - * **Unidad Villarrica II (Qvv2):** Un importante depósito de flujo piroclástico o ignimbrita denominada Licán, habría sido responsable de la formación de la caldera y constituye el inicio de la unidad Villarrica II (13.800 AP). Corresponde al evento Postglacial más violento del volcán y una de las mayores erupciones de toda su historia, cuya extensión alcanzó hasta 30 km del volcán, con un volumen estimado de 10 km³. La ignimbrita relleno gran parte de los valles y cuencas alrededor del volcán, exterminando toda el área en unos 2.000 km². Con posterioridad, múltiples erupciones construyeron gran parte del edificio principal del volcán en

⁶ El volcán Villarrica fue llamado Lauquén antes de la llegada de los españoles, lo que significa "lago" en mapudungo. Fue nombrado también, Quitralpillán o "dios del fuego" y Pucón o Pucano, que quiere decir "palomar". Los españoles lo denominaron Villa Rica, evocando el nombre de la ciudad fundada por Gerónimo de Alderete, según orden de Pedro de Valdivia en 1552, llamada "Santa María Magdalena de la Villa Rica" debido a las ricas minas y lavaderos de oro, que se descubrieron en los alrededores de ésta. SERNAGEOMIN

⁷ Estratovolcan: Volcán formado por una alternancia de lavas y depósitos piroclásticos, y construido por erupciones sucesivas desde un centro de emisión principal

⁸ SERNAGEOMIN. 1993. Geología y evaluación del riesgo volcánico, regiones IX y X. 39º 25´ sur.

el borde NW de la gran caldera. Este habría alcanzado una altura superior a la actual y también habría experimentado una erupción explosiva con generación de la ignimbrita Pucón de unos 5 km³ (3.700 AP), que provocó el colapso de la cima del cono, formando una caldera menor de unos 2 km de diámetro, cuyo borde se puede observar en la cota 2.400 msnm. Su estratigrafía revela lavas con abundantes intercalaciones piroclásticas, lo cual indica erupciones explosivas alternantes con períodos efusivos.

- * **Unidad Villarrica III (Qvv3):** En el interior de esta última caldera, se construyó el cono reciente del volcán, con una altura real de unos 450 m. Durante su evolución, la actividad ha sido más efusiva que explosiva, aunque se pueden observar unos 4 depósitos de flujos piroclásticos asociados, el último de los cuales ocurrió hace 1.620 AP cubriendo una superficie de 3.000 km². Con posterioridad a este episodio, la actividad del volcán se volvió más bien efusiva, alternada ocasionalmente con erupciones hawaianas y estrombolianas vigorosas, pero sin generación de flujos piroclásticos.
- **Historia volcánica:** La actividad del volcán se ha desarrollado durante el Pleistoceno Superior y el Holoceno (histórico), aparentemente en forma continua. A través de la historia se han documentado 59 erupciones, entre los años 1558 y 1992, demostrando que es uno de los volcanes más activos de Sudamérica. El edificio principal (unidades II y III) está cubierto por un glaciar de más de 60 m de espesor y además, recibe una cubierta importante de nieve invernal. Estas características convierten al volcán Villarrica en un importante generador de lahares durante sus erupciones, proceso que ha causado la mayor parte de los desastres.
El cráter abierto de la cima tiene un diámetro de 200 m y en su fondo exhibe un activo lago de lava de unos 50 m de diámetro, cuya profundidad varía entre unos 50 m a 100 m, dependiendo de las oscilaciones verticales de la columna magmática. Presenta una fumarola permanente con presencia de vapor de agua y dióxido de azufre (SO₂), la cual, ocasionalmente, se eleva hasta unos 1.000 m y/o forma una pluma alcanzando hasta 75 km de longitud.
Sobre el flanco noreste del edificio volcánico (unidad Villarrica I), se pueden reconocer unos 20 centros eruptivos adventicios (volcanes Los Nevados), los cuales consisten en conos de piroclastos, algunas fisuras menores y lavas asociadas, con diversos estados de erosión. Incluso, algunos de ellos están tan bien conservados, que pueden ser muy recientes.
- **Edad:** Pleistoceno Superior - Holoceno Histórico

Volcán Quetrupillán (Qvq1, Qvq2)

- **Descripción:** Es un extenso complejo volcánico, de 2.360 msnm, con numerosos centros de emisión y diferentes etapas evolutivas, desde el Pleistoceno Superior al Holoceno. Parte de su flanco noroeste queda comprendido en la comuna de Pucón; la mayor parte de éste corresponde a la unidad más antigua del volcán y está fuertemente erosionada (unidad Quetrupillán I). Sobre los valles glaciares excavados en la unidad más antigua, se encajaron materiales volcánicos que también muestran una leve erosión de la última glaciación (unidad Quetrupillán II).
- **Composición:** lavas, brechas y tobas de composición esencialmente andesítica a dacítica.
- **Distribución:** En el valle del río Palguín se reconocen lavas e ignimbritas soldadas, las cuales descansan sobre brechas laháricas y tobas menos consolidadas. Esta condición ha favorecido la formación de varias cascadas como los Saltos de La China, El León y Rosario. Ambas unidades están parcialmente cubiertas por depósitos de flujos piroclásticos del volcán Villarrica y por depósitos de flujos más recientes de ambos volcanes.
- **Historia volcánica:** la actividad del volcán Quetrupillán se ha desarrollado durante el Pleistoceno Superior y el Holoceno (histórico), siendo su última erupción documentada la de 1872.
- **Edad:** Pleistoceno Superior - Holoceno Histórico

Estratovolcán La Barda (Qblb)

- **Descripción:** Corresponde a un antiguo estratovolcán pequeño desmantelado por la acción glacial, aún cuando se pueden reconocer los bordes del cráter en su cima de 1.213 msnm (Barda Grande). Hacia el norte presenta un cono parásito de 964 msnm (Barda Chico) y un cráter cerca

del lago Caburgua. Los centros de emisión están alineados a lo largo del margen oriental de la falla de Liquiñe-Ofqui (ZFLO)⁹.

- Composición: basáltica
- Distribución: Cerro La Barda, al sur del lago Caburgua
- Historia volcánica: Su actividad se habría desarrollado durante el Pleistoceno Superior y no hay registro de erupciones históricas (Moreno *et al.* 1980).
- Edad: Pleistoceno Superior

Conos de Piroclastos y Lavas Asociadas (Qvcl)

- Descripción: Los conos del cerro Huelemolle (863 mts), en el sector Quilaco-Coilaco, se construyeron en el fondo del valle del río Trancura y están representados por tres conos piroclásticos, alineados en dirección N 10° E y coladas de lava asociadas. Su localización está controlada por la ZFLO, alineados en su margen oriental. Los conos muestran una moderada conservación y están cubiertos por densos bosques, aunque en sus cimas aún se distinguen claramente sus respectivos cráteres. Las coladas basálticas cubren un área de 40 km² y cubren rocas graníticas miocenas (Mg). Tanto las lavas como los conos están cubiertos por algunos depósitos de flujos piroclásticos (ignimbritas) del volcán Villarrica. La actividad eruptiva de los conos Huelemolle ocurrió entre los 8.600 y 6.000 AP.

Los conos piroclásticos Cerro Redondo y Cañi con sus lavas basálticas asociadas, están emplazados en la cima de la cordillera Cañi. Sus lavas han escurrido preferentemente hacia el valle del río Coilaco. Hacia el este, los volcanes de Relicura comprenden cinco conos piroclásticos que se edificaron también en la cima de la cordillera Cañi, alineados en dirección WSW-ENE al sur de las termas de Huife. Los flujos de lava basáltica escurrieron hacia el norte y sur, en dirección a los valles de Liucura y Coilaco respectivamente, cubriendo rocas intrusivas y a los materiales de las formaciones Curamallín y Malleco.

El volcán San Jorge es un pequeño cono piroclástico ubicado en el fondo del valle glacial del río Coilaco. Desde su base escurrió un flujo de lava basáltica de 5 km de largo que rellena el curso superior del valle de este río. Su formación represó el río y formó el pequeño lago homónimo aguas arriba. Los materiales volcánicos de estos centros eruptivos menores, con lavas y piroclastos, son predominantemente de composición basáltica, no presentan erosión glacial intensa y, en parte, engranan algunos depósitos sedimentarios.

- Distribución: cerro Huelemolle (863 mts) en el sector Quilaco-Coilaco, Cerro Redondo y Cañi al norte del estero Coilaco, volcán San Jorge en el Coilaco superior.
- Edad: entre unos 8.600 y 6.000 años AP, en el Holoceno, revelando la ocurrencia de un período eruptivo mayor en este sector de la zona de falla.

Conos de Piroclastos (Qvcl)

- Descripción: Los volcanes de Caburgua (cerro Amargo, cerro El Quique) están representados por un conjunto de conos piroclásticos, siendo de 995 msnm. el más elevado, y flujos de lavas asociados de composición basáltica que rellenan el valle homónimo de origen glacial. Son cuatro en total, aunque con varios cráteres de emisión. Los materiales volcánicos cubren rocas intrusivas y volcánicas más antiguas y embalsan el lago Caburgua, en cuyo margen sur se producen grandes escurrimientos subterráneos. Están localizados en el margen occidental de la ZFLO
- Distribución: ambos lados del río Desaguadero, al sur de Caburgua
- Edad: entre unos 8.600 y 6.000 años AP, en el Holoceno, revelando la ocurrencia de un período eruptivo mayor en este sector de la zona de falla.

Secuencias Estratificadas:

Se componen principalmente de tobas, brechas, lavas y algunos cuerpos intrusivos hipabisales. Se reconocen las siguientes unidades:

⁹ ZFLO: Zona de Falla Liquiñe-Ofqui

Formación Curamallín (OMfc)

- Composición: brechas volcánicas, tobas y lavas de composición andesítica y dacítica con escasas intercalaciones de rocas sedimentarias clásticas. La base y techo de la secuencia se desconoce y está intruida por rocas plutónicas del Mioceno, provocando metamorfismo de contacto. Numerosos pórfidos andesíticos y dacíticos cortan la secuencia, aunque en parte engranan con las rocas efusivas.
- Distribución: afloramientos en el valle del río Liucura, donde confluye con el río Liucura, en los alrededores de Catripulli, cerro Chaimilla (sector estero Pichiclara, en la ladera norte del volcán Villarrica), cerro Chaquilcura (norte de Pucón), río Caburgua.
- Edad: Oligoceno-Mioceno

Estratos de Península Pucón (Mpp)

- Composición: lavas, conglomerados volcánicos, brechas y tobas, de disposición subhorizontal o suavemente inclinada, intruida por cuerpos menores filonianos. Las lavas son porfíricas, amigdaloidales y, en general, muestran rasgos primarios de contacto bien conservados, aunque están diaclasadas y falladas, cuyas trazas presentan rellenos de calcita y sílice.
- Distribución: Localización: Península Pucón, cerros del extremo noreste de la comuna, en la confluencia de los ríos Blanco y Quililche.
- Edad: Mioceno Superior

Formación Malleco (PPIfm)

- Composición: lavas, brechas, conglomerados volcánicos y tobas, de composición predominante basáltica y andesítica. Estos materiales volcánicos habrían sido emitidos a partir de centros eruptivos de tipo central ubicados en la Cordillera Principal, cubriendo planicies y valles modelados principalmente en rocas de la Formación Curamallín. Estas estructuras volcánicas se encuentran actualmente muy destruidas por la erosión glacial, como es el caso del pequeño volcán Cordillera El Mocho, que aún conserva parte de su edificio. El conjunto integra los denominados Estratos de Huincacara, secuencia volcanoclástica formada principalmente por conglomerados, areniscas y brechas volcánicas (GEA, 1996)¹⁰
- Distribución: ribera norte del lago Villarrica, Cordillera Cañi, al este de las cabeceras del río Liucura y Cordillera El Mocho.
- Edad: (Plioceno al Pleistoceno)

Rocas Plutónicas (Mg)

- Composición: Gran parte del basamento de los volcanes cuaternarios, lo constituyen rocas granitoideas compuestas por dioritas, tonalitas y granodioritas.
- Distribución: Las rocas afloran en los alrededores de Pucón, en los márgenes del Lago Caburgua, en el macizo montañoso Nevados de Caburgua, al norte y sur del río Coilaco y en el sector de Palguín Bajo. Además, en el cerro Chaimilla (Pucón) abundan las migmatitas y plutones con enclaves de rocas básicas y cuerpos irregulares de pórfidos andesíticos.
- Edad: Estas rocas han sido asignadas al Mioceno e incluyen localmente, jirones de rocas terciarias, parcialmente metamorfizadas de la Formación Curamallín e inyecciones filoneanas andesíticas.

¹⁰ GEA. 1996.

RESUMEN DISTRIBUCION DE LAS UNIDADES GEOLOGICAS

SIMBOLO	UNIDADES GEOLOGICAS	EDAD DE LA UNIDAD	AFLORAMIENTOS Y/O DEPOSITOS
QCD	CONOS DE DEYECCION Y COLUVIALES	HOLOCENO SUPERIOR	CERRO CHAQUILCURA Y VALLE DEL RÍO PALGUÍN
QVCL	CONOS DE PIROCLASTOS	HOLOCENO	CERROS HUELEMOLLE (S. DE SAN PEDRO); REDONDO Y CAÑI (N ESTERO COILACO); SAN JORGE (COILACO SUPERIOR)
QVCL	CONOS DE PIROCLASTOS Y LAVAS BASALTICAS ASOCIADAS	HOLOCENO	ENTRE RIOS TRANCURA Y LIUCURA; CORDILLERA CAÑE
QM	DEPOSITO MORRENICO RECIENTE	PLEISTOCENO	PUCON
QD	DEPOSITOS DE DESLIZAMIENTOS Y DERRUMBES	HOLOCENO TARDIO	FLANCO SUR DEL VOLCÁN LA BARDA; VALLE DEL RÍO PALGUÍN.
QF	DEPOSITOS FLUVIALES ACTUALES	HOLOCENO SUPERIOR	VALLES DE LOS RÍOS TRANCURA Y LIUCURA
QLHA	DEPOSITOS LAHARICOS ANTIGUOS	HOLOCENO TARDIO	NORTE DEL RÍO TRANCURA; OESTE DE LOS VOLCANES HUELEMOLLE; PUCON
QLHR	DEPOSITOS LAHARICOS HISTORICOS Y RECIENTES	HOLOCENO SUPERIOR	VALLES DE RIOS CORRENTOSO, ZANJÓN SECO - CARMELITO, CALABOZOS Y EL TURBIO; DELTA DEL TRANCURA
QM	DEPOSITOS MORRENICO ULTERIOR	PLEISTOCENO SUPERIOR	MARGEN SURESTE DEL LAGO VILLARRICA
MG	DIORITAS, TONALITAS Y GRANODIORITAS	MIOCENO	N. DE PUCÓN; MÁRGENES LAGO CABURGUA; NEVADOS DE CABURGUA; N Y S RÍO COILACO; PALGUÍN BAJO
MPP	ESTRATOS DE PENINSULA DE PUCON	MIOCENO SUPERIOR	PENÍNSULA PUCÓN; CONFLUENCIA RIOS BLANCO Y QUILICHE
QBLB	ESTRATOVOLCAN LA BARDA	PLEISTOCENO SUPERIOR	CERRO LA BARDA, AL SUR DEL LAGO CABURGUA
OMFC	FORMACION CURAMALLIN	OLIGOCENO-MIOCENO	VALLES DE LIUCURA Y CABURGUA; CATRIPULLI; CERROS CHAIMILLA Y CHAQUILCURA
PPLFM	FORMACION MALLECO	PLIOCENO-PLEISTOCENO	N. LAGO VILLARRICA; CORDILLERAS CAÑI Y EL MOCHO; E.NACIENTES DEL RÍO LIUCURA
QVV3	LAVAS HISTORICAS Y RECIENTES	HOLOCENO	RIO TURBIO; ZANJON SECO
QTP	TERRAZAS POLIGENICAS	HOLOCENO TARDIO	VALLES DE LOS RÍOS TRANCURA Y LIUCURA
QVQ2	VOLCAN QUETRUPILLAN 2	PLEISTOCENO SUPERIOR-HOLOCENO	VALLE GLACIAR DEL RÍO PALGUÍN
QVQ1	VOLCAN QUETRUPILLAN 1	PLEISTOCENO SUPERIOR-HOLOCENO	LADERA NW VOLCÁN QUETRUPILLAN
QVQ3	VOLCAN VILLARRICA 3	PLEISTOCENO SUPERIOR-HOLOCENO	CONO MÁS RECIENTE ALOJADO EN LA SEGUNDA CALDERA, A 450 MTS DE ALTURA
QVV2	VOLCAN VILLARRICA 2	PLEISTOCENO SUPERIOR-HOLOCENO	MARGEN NW DE LA CALDERA VOLCANICA, A 2400 MTS. DE ALTURA MEDIA
QVV1	VOLCAN VILLARRICA 1	PLEISTOCENO SUPERIOR-HOLOCENO	ZONA DE ACUMULACIÓN NIVAL A 1900 MTS DE ALTURA MEDIA

FUENTE: BASE SIG COMUNAL PUCON. 2007

En general, se puede decir que la constitución geológica de la comuna de Pucón está formada, mayoritariamente, por rocas volcánicas modernas (35,1%) y rocas plutónicas (30,0%). Por su parte, las secuencias estratificadas, constituidas predominantemente por rocas volcano-sedimentarias, totalizan una cobertura superficial del 18,6% de la comuna¹¹. Finalmente, los depósitos sedimentarios y volcánoclasticos que ocupan el fondo y laderas de los valles, representan el 8,6% de la superficie comunal. El resto del área lo constituyen los cuerpos de agua, principalmente los lagos Villarrica, Caburgua y Tinquilco con un 6,8% y la parte norte del glaciar del volcán Villarrica con el 0,9% de la superficie comunal. **(Tabla)**

¹¹ Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial de Pucón. 2003

SUPERFICIE POR TIPO DE ROCAS

	UNIDAD	SUPERFICIE (HA)	% COMUNAL	% UNIDAD
DEPÓSITOS SEDIMENTARIOS ALUVIO-COLUVIALES Y MORRÉNICOS	DEPÓSITOS MORRENICOS ULTIMA GLACIACIÓN	3.692	3,0	8,6
	TERRAZAS POLIGÉNICAS	3.741	3,0	
	DEPÓSITOS DE DESLIZAMIENTOS	1.348	1,1	
	CONOS DE DEYECCIÓN Y COLUVIALES	663	0,5	
	DEPÓSITOS FLUVIALES ACTUALES	1.285	1,0	
ROCAS VOLCANICAS MODERNAS	VOLCÁN VILLARRICA 1	5.909	4,7	35,1
	VOLCÁN VILLARRICA 2	7.482	6,0	
	VOLCÁN VILLARRICA 3	2.361	1,9	
	VOLCÁN QUETRUPILLÁN 1	4.275	3,4	
	VOLCÁN QUETRUPILLÁN 2	1.045	0,8	
	VOLCÁN LA BARDA	2.741	2,2	
	CONOS DE PIROCLASTOS Y LAVAS ASOCIADAS	15.021	12,0	
	DEPÓSITOS LAHÁRICOS ANTIGUOS	835	0,7	
	DEPÓSITOS LAHÁRICOS RECIENTES	4.243	3,4	
ROCAS VOLCANO- SEDIMENTARIAS	FORMACIÓN CURAMALLÍN	8.152	6,5	18,6
	ESTRATOS DE PENINSULA DE PUCÓN	3.077	2,5	
	FORMACIÓN MALLECO	12.026	9,6	
ROCAS INTRUSIVAS	ROCAS PLUTÓNICAS	37.459	30,0	30,0
CUERPOS DE AGUA	GLACIAR	1.164	0,9	0,9
	CUERPOS DE AGUA (LAGOS)	8.537	6,8	6,8
	TOTAL SUPERFICIE COMUNAL	125.056	100	100

FUENTE: PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE PUCÓN. 2003

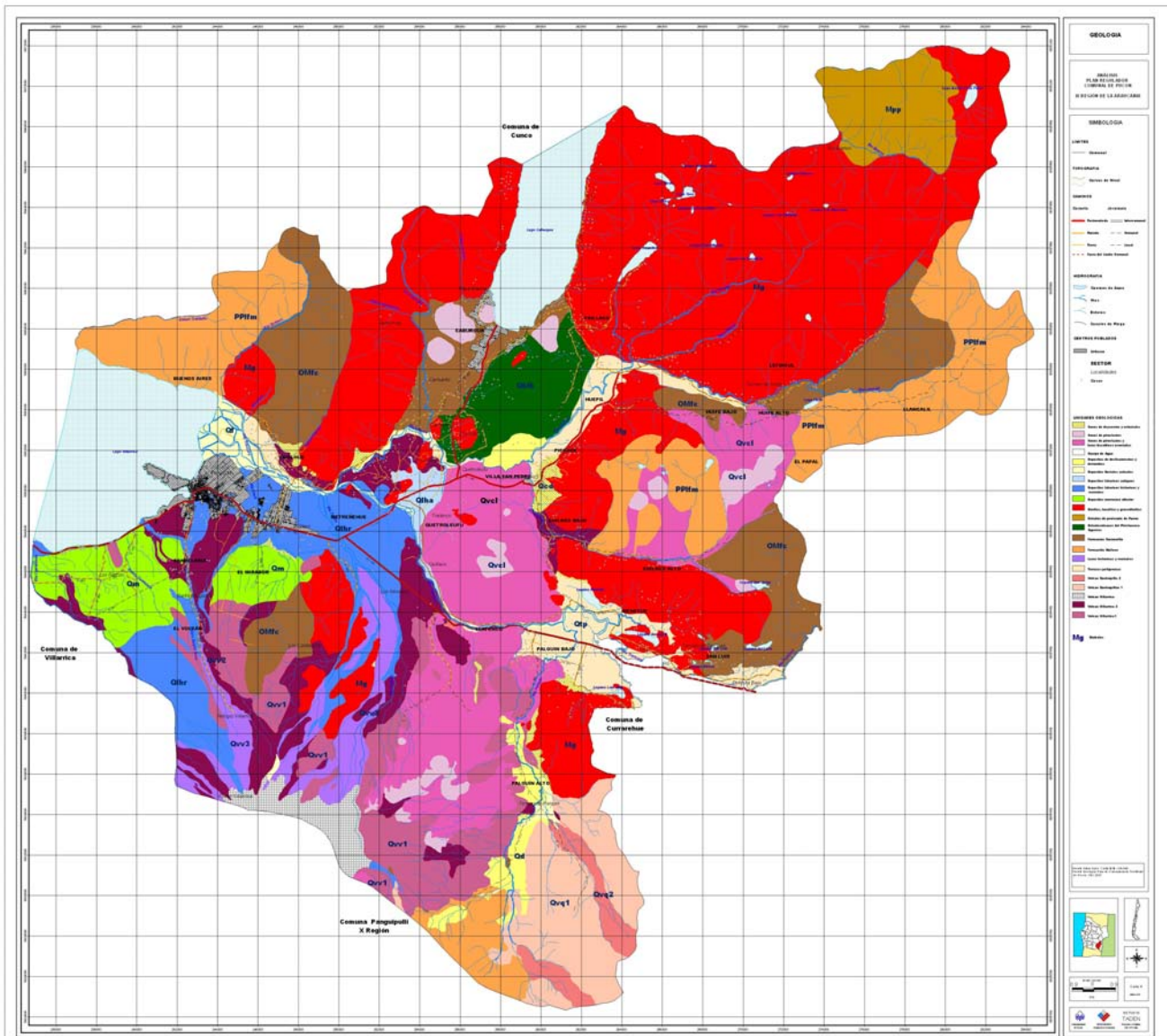
Las Estructuras Falladas:

El sustrato de los volcanes modernos está afectado por fracturas que cortan, particularmente a las rocas plutónicas, según direcciones preferenciales N10° E, NW-SE, NE-SW y E-W. Las estructuras mayores corresponden a la zona de Falla Liquiñe-Ofqui¹² (ZFLO) de dirección N10-20° E y la fractura N55-60° W que controla la cadena volcánica Villarrica-Quetrupillán-Lanín. Ambas tienen un carácter regional y corresponden a fallas que muestran evidencias de movimientos transcurrentes.

Las principales estructuras mayores de la zona, están presentadas por la fractura NW-SE que controla la cadena volcánica Villarrica-Quetrupillán-Lanín y la Zona de Falla Liquiñe-Ofqui (ZFLO) de dirección N 10° E. Esta última falla tiene una traza reconocida a lo largo de unos 1.000 km en los Andes del Sur, entre las latitudes 38° y 47° S. Se le reconoce y prolonga hacia el norte de la cadena volcánica Villarrica-Lanín, donde aparece morfológicamente como un valle o depresión tectónica, de unos 4 km de ancho y, esta desplazada en unos 15-18 km más al oeste que la traza sur. Por otra parte, esta estructura morfotectónica, controla una decena de centros eruptivos menores como son los grupos volcánicos de Huelemolle, Caburgua y La Barda. Hacia el norte, la ZFLO esta ocupada por el lago Caburgua, embalsado por lavas de los volcanes homónimos durante el Holoceno.

¹² La falla geológica Liquiñe-Ofqui se extiende en forma paralela a los Andes por 960 kilómetros, desde el volcán Llaima hasta el volcán Hudson; constituye un sistema amplio y complejo situado en la placa Sudamericana. Esta falla es responsable de la generación de aguas termales desde las profundidades de los volcanes Villarrica, Quetrupillán y Lanín.

CARTA UNIDADES GEOLÓGICAS. COMUNA DE PUCÓN



3.2 ANTECEDENTES GEOMORFOLOGICOS

Morfológicamente, la comuna se emplaza en la denominada **Región Central Lacustre y del Llano Glacio-Volcánico**, que se extiende entre el río Bio Bio por el norte hasta el Canal de Chacao por el sur¹³. Al interior de esta macro unidad, el relieve comunal se modela en terrenos cordilleranos con volcanismo activo (Cordillera Volcánica Activa) y sobre una morfología de colinajes aislados formados por sedimentos de carácter fluvial, glacial y volcánico (Precordillera Sedimentaria). Cubriendo estas macrounidades, se presentan terrenos de topografía mas plana, resultados de la acción morfogenética de tipo glacial y periglacial que afectó la zona, determinando la acumulación de extensas masas sedimentarias que contribuyeron al represeamiento de los actuales lagos (Unidad Lacustre de Barrera Morrénica)¹⁴. (Ver **Carta Unidades Geomorfológicas**)

VISTA DE LA DEPRESIÓN CON SEDIMENTACIÓN LAHÁRICA SOBRE LA CUAL SE EMPLAZA LA LOCALIDAD DE PUCÓN, RODEADA DE CORDONES PREANDINOS AISLADOS, DE CARÁCTER SEDIMENTARIO



FUENTE: VUELO ENERO 2007.

La Precordillera sedimentaria en paños aislados:

La morfología precordillerana se presenta con aspecto de grandes lomajes discontinuos, con pliegues de gran radio de curvatura; la acción glacial pasada determinó esta configuración al contribuir con el rellenamiento de las depresiones del terreno, con grandes depósitos morrénicos que represaron los lagos. De igual forma cumple una función relevante las condiciones climáticas más húmedas de esta zona, que contribuyen a minimizar las formas del relieve otorgándoles el aspecto de lomas de gran curvatura externa, con sus periferias sometidas a una intensa acción erosiva lineal, por quebradas y arroyos

¹³ IGM. 1983. Geografía de Chile. Tomo Geomorfología

¹⁴ Antecedentes Plan Regional de Desarrollo Urbano. Región de la Araucanía. MINVU IX Región. 2005

Esta unidad presenta el carácter de acumulación de sedimentos fluvio-glacio-volcánicos, constituyendo conos de gran envergadura y potencia. El carácter fuertemente morrénico del borde occidental de los lagos, así como las condiciones climáticas mas húmedas, minimizan las formas del relieve a simples lomas de gran envergadura externa, con las periferias sometidas a una intensa acción erosiva lineal, por quebradas y arroyos

Depresiones lacustres de barrera morrénica:

Corresponde a un alineamiento N – S, estimado en 340 km., formado por un conjunto de depresiones encadenadas con otras pequeñas cuencas, a través de ríos emisarios, que ascienden hacia el interior de los Andes y traspantan la cadena fronteriza; se extiende desde los lagos Colico y Caburgua por el norte hasta Llanquihue y Chapo por el sur. Inserta en esta unidad se encuentran los lagos Villarrica (220 Km² y Caburgua 51 Km²) en el territorio comunal.

Los lagos se inscriben en cuencas formadas por un colinaje que revela su origen glacial, a través de la presencia de un antiguo nivel en su borde occidental; para el caso del lago Villarrica; este nivel es de 250 m. marcando la altura máxima con que la última morrena fue depositada en ese lugar.

Desde los depósitos morrénicos descienden hacia el llano central, al oeste, planos inclinados fuertemente sometidos a la acción erosiva de las aguas de esteros y arroyos. Estos planos, muy ricos en suelos volcánicos y de trituración glacial, denominados como cancaguas y trumaos, corresponden a los materiales que fueron lavados desde la morrena por aguas de fusión, cuando el glaciar iniciaba su retirada hacia la parte profunda de la cordillera. Con algunas variaciones locales ésta sería la morfogénesis glacial y periglacial que afecto el borde externo de los lagos de la región.

Cordillera volcánica activa:

La cordillera volcánica activa se extiende entre el volcán Llaima por el norte y el volcán Hornopirén por el sur, en eje estimado en 350 Km., con un ancho medio aproximado de 40 Km. En el territorio comunal la morfología dominante corresponde a conos volcánicos nevados que en forma aislada se levantan al extremo oriental de los lagos. La cordillera andina expone el encadenamiento volcánico en el frente más occidental, mientras que hacia y en el límite fronterizo con Argentina la intensa acción erosiva de los ríos y el antiguo excavamiento glacial han reducido el frente oriental a una serie aislada de aplanamientos sobre la cota de 1.500 m.

VISTA VOLCÁN VILLARRICA: AL FONDO EL VOLCÁN QUETRUPILLAN



FUENTE: VUELO ENERO 2007

La cordillera es muy disimétrica, no presentando escalonamientos, aunque si algunas sierras y cordilleras transversales, como los Nevados de Caburgua, dispuestos en eje SW – NE, al NE de Pucón. De igual manera se ubica el principal centro volcánico del área, el Villarrica de 2.840 msnm y hacia el sureste, el volcán Quetrupillán de 2.360 msnm.

En general, la topografía del terreno presenta dominancia de pendientes marcadas, dada la configuración montañosa del territorio. En particular los valores mas altos se asocian a la presencia del cordón montañoso del volcán Villarrica y de los sectores precordilleranos representados por cerros aislados que se levantan bordeando los terrenos planos del fondo de valle del río Trancura. Por su parte los sectores de menor pendiente ocupan todo el ancho valle de la depresión lacustre, que se haya cubierta por depósitos morrénicos, sirviendo éstos a la vez de barreras que represan las aguas del lago Villarrica (ver **Carta Pendientes**)

En lo que respecta a la exposición de las laderas, las expuestas al sur se localizan preferentemente al norte del valle del río Trancura, y por el contrario, las laderas de solana se asocian a la presencia del volcán Villarrica en la parte sur del territorio comunal (ver **Carta Exposición de laderas**)

Procesos geomorfológicos

Los principales procesos geomorfológicos que han modelado el relieve local son la erosión glacial, eólica y fluvial, la acción de la tectónica y la acción volcánica que han estructurado el relieve local. La mayor parte de los valles han sido originados por procesos glacio-tectónicos, tales como el de Reigolil-Curarrehue, el valle del lago Caburga y los valles menores, transversales a la cordillera de los Andes. Los glaciares del cuaternario avanzaron por estos valles, profundizándolos y ensanchándolos.

En la actualidad la cordillera se encuentra bajo los efectos de una glaciación muy acusada que anticipa las características de los andes patagónicos, situados más al sur. En la región lacustre y periglacial de actividad volcánica, la glaciación es de tipo alpino, como lo señala la intensa erosión que identifica los valles altos cordilleranos. Un drenaje de trama radial acompaña la orografía volcánica, salpicada de cuencas lacustres hacia occidente y oriente: los lagos trepan hacia el cordón fronterizo y trascienden hacia Argentina.

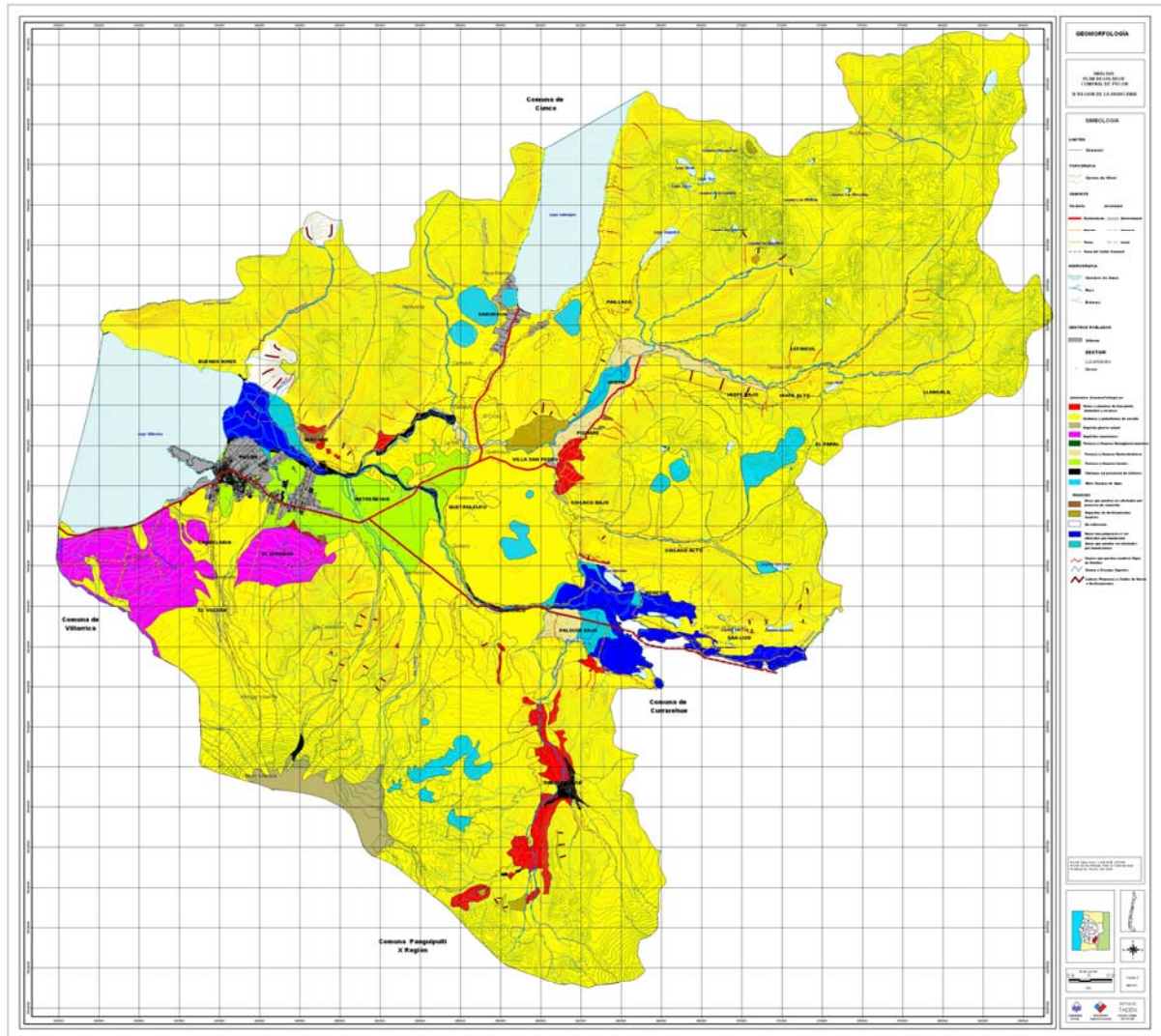
Por su parte, en las depresiones lacustres, los procesos se vinculan al arrastre y acumulación de materiales fluviales, aluviales y fluvio-glaciales. Procesos más esporádicos y de extensión variable, lo constituirían los eventuales flujos laháricos asociados a la reactivación de la actividad volcánica, el derretimiento de su cubierta nival y su posterior arrastre a través de las numerosas quebradas que sirven de vía a estos materiales hasta los bajos fondos de valles.

GRAFICO IMAGEN SATELITAL DEL TERRITORIO COMUNAL

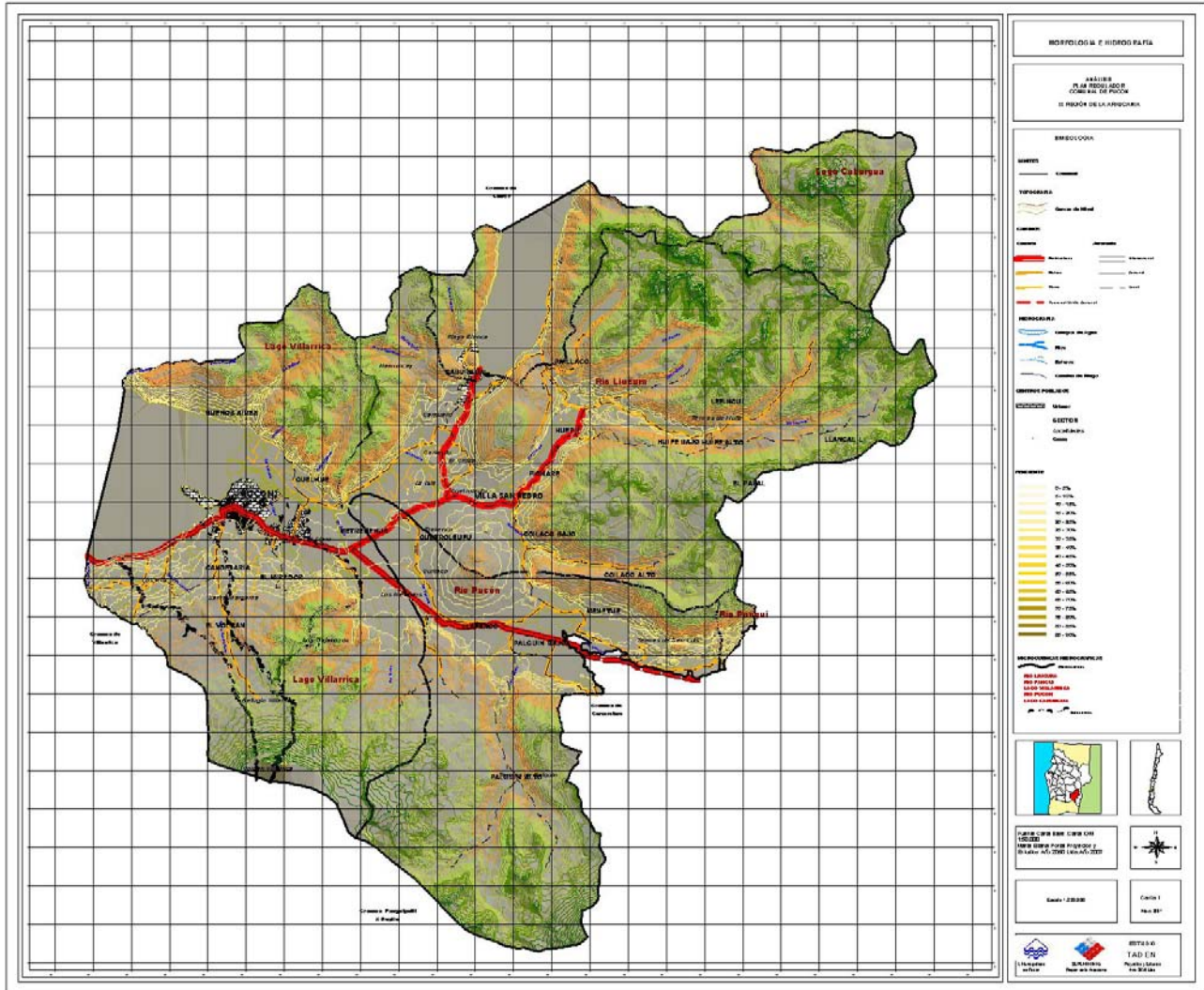


FUENTE: [HTTP/WWW.GOOGLEARTH.COM](http://www.googleearth.com)

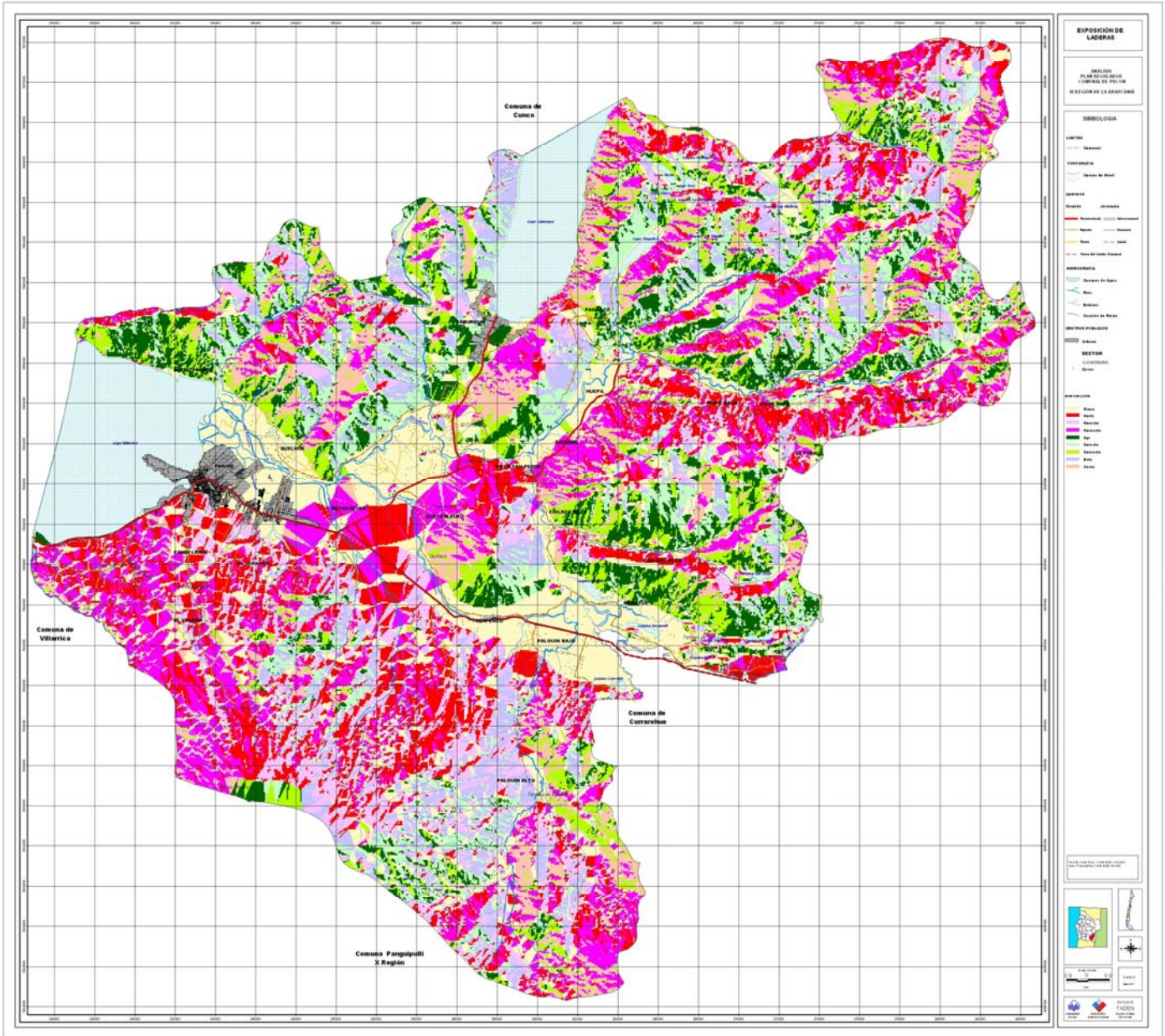
CARTA UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS



CARTA PENDIENTES COMUNALES



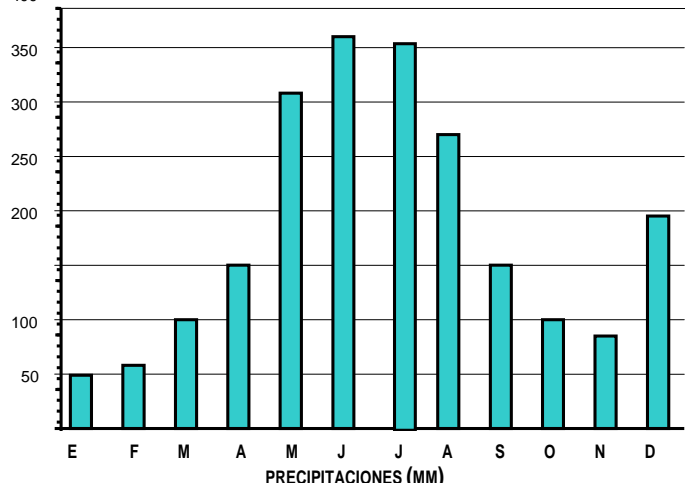
CARTA EXPOSICION DE LADERAS



3.3 ANTECEDENTES CLIMATICOS

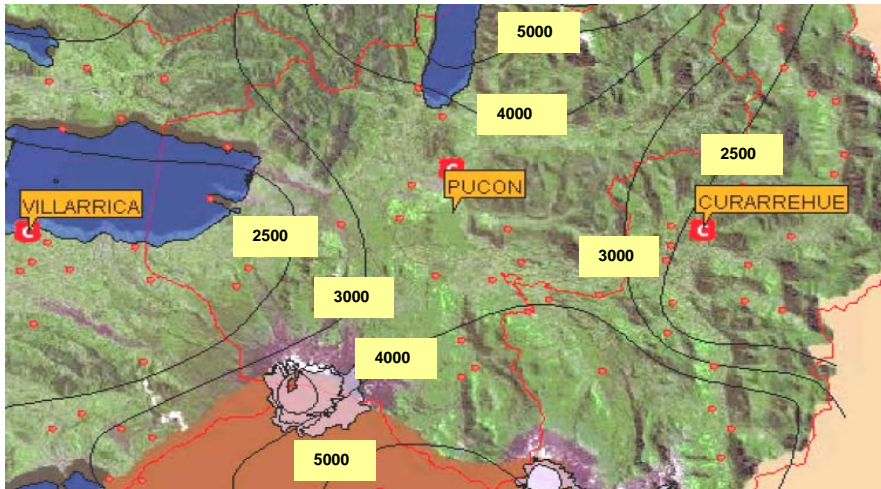
El territorio comunal se inscribe en el tipo climático denominado **Costa Occidental con Influencia Mediterránea** de la clasificación de Köppen, caracterizado por temperaturas medias anuales de 12°C y amplitudes medias anuales de 10°. Los montos promedios de precipitaciones anuales alcanzan a 2.500 mm, concentrados en los meses invernales. La humedad relativa promedio anual es de 70%. Los veranos son templados y cortos, mientras que los inviernos son fríos y húmedos (Dirección Meteorológica de Chile). (Ver Carta Antecedentes Climáticos)

GRÁFICO 3.3a. PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES.



FUENTE: DIRECCIÓN METEOROLÓGICA DE CHILE.

. DISTRIBUCIÓN ISOYETAS (PROMEDIO ANUAL)



FUENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

Precipitaciones

El régimen pluviométrico es de tipo frontal, concentrándose entre abril y agosto, con mayores valores entre junio y julio. Una serie de 30 años de la estación Pucón (1964-1994) indican promedios anuales de 2.500 mm.; la marcha anual de las precipitaciones muestra valores promedios de 360 mm en el mes de junio y de sólo 49 mm. en enero.

El régimen hídrico es húmedo e indica que todos los meses del año tienen índices de humedad superior a 1%.

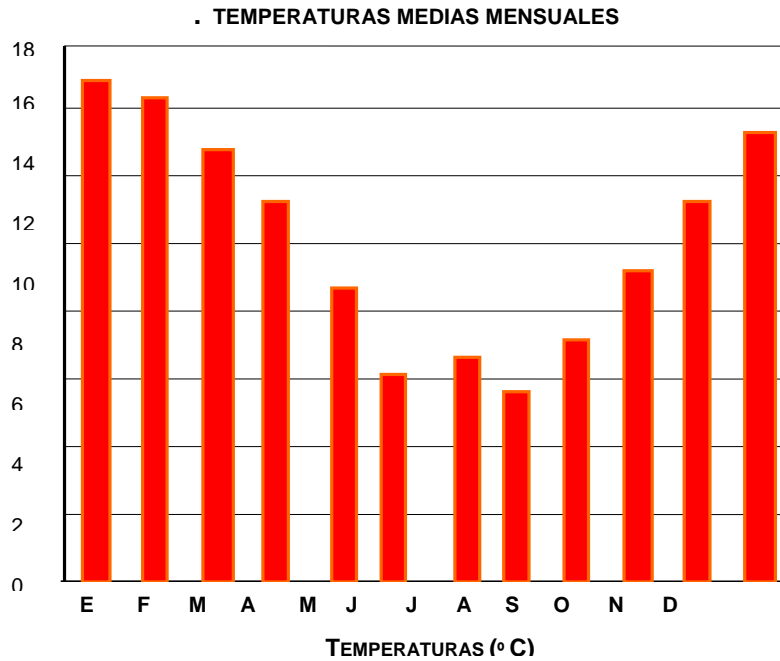
En cuanto al comportamiento en altura de las precipitaciones, se tiene un aumento de éstas, por cuanto se incorporan a estos valores tanto la precipitación pluvial como nival.

Temperaturas

El régimen térmico se caracteriza por una temperatura media anual de 12 °C, con temperaturas promedio de 16,4 °C en enero y de 6,1 °C en agosto.

Las temperaturas promedios de las mínimas absolutas del mes más frío fluctúan entre -10 y -2,5° C, con un promedio de las mínimas diarias del mes más frío superior a -4,0 °C y un promedio de las máximas diarias del mes más frío, superior a 10 °C.

Por otra parte, el régimen térmico muestra el típico comportamiento de disminuir con la altura; así, se tienen que los promedios anuales para el sector bajo de la comuna, las depresiones topográficas, presentan valores cercanos a los 12° C, sectores de Pucón, Caburgua, en tanto que en los terrenos de piedmont estos valores bajan a 8° C.



FUENTE: DIRECCION METEOROLÓGICA DE CHILE

Según los antecedentes anteriores, los parámetros térmicos y pluviométricos siguen el comportamiento propio de los climas de tendencia mediterránea.

Ello implica la coincidencia de los máximos de precipitaciones con los mínimos de temperaturas, durante la estación invernal, entre los de mayo a agosto.

A la vez, el hecho de coincidir las máximas temperaturas con las mínimas precipitaciones, en la estación estival, permite identificar el periodo de sequía.

Vientos:

Según antecedentes de la estación Pucón, se tienen velocidades promedios de 1,7 mts/seg

Distritos Agroclimáticos¹⁵:

Corresponden a áreas con condiciones homogéneas determinadas por variables relevantes para la agricultura, caracterizadas por un resumen de indicadores térmicos e hídricos de invierno y de verano. Los criterios de zonificación aplicados son la adaptación de especies para cultivos en que se privilegia el peso de las variables térmicas, bajo el supuesto que las deficiencias hídricas son secundarias pues pueden ser suplidas por el riego.

La información básica proviene de series de datos de temperatura, humedad relativa, radiación solar y precipitación, entre otros datos, que registran estaciones meteorológicas. Estas series corresponden a la información de períodos de registros disponibles, pero se considera series de al menos 5 años para temperatura y mínimo 15 años para precipitación.

En la comuna de Pucón se han identificado los siguientes distritos agroclimáticos:

Templado Infratermal Estenotérmico Hídrico. (910.3)

Posición: Precordillera.

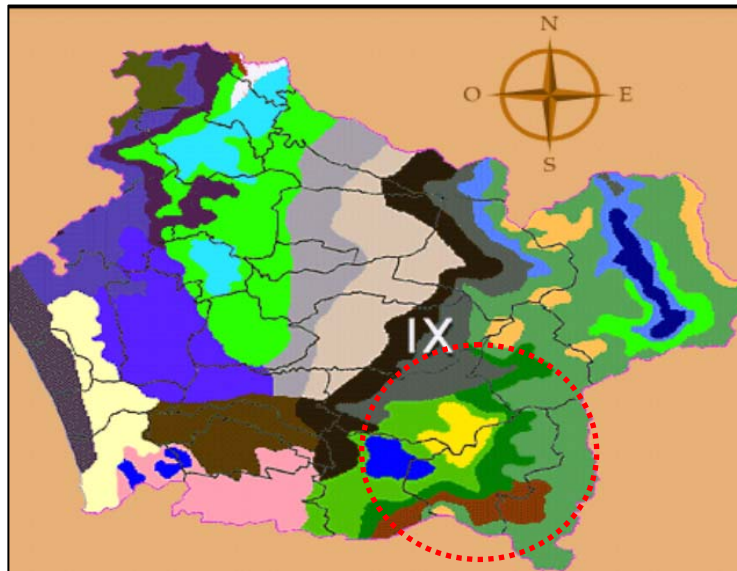
Descripción: El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en enero de 23,5°C y una mínima en Julio de 4,6°C. El período libre de heladas es de 207 días, con un promedio de 10 heladas por año. Registra anualmente 897 días-grado y 1.909 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 2.454 mm, un déficit hídrico de 135 mm y sin período seco. Dado que ocupa un sector precordillerano presenta un verano moderadamente fresco, con un invierno relativamente frío.

Templado Infratermal Estenotérmico Perhídrico (910.4)

Posición: Precordillera.

Descripción: El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima de enero de 22,5°C y una mínima de Julio de 4,9°C. El período libre de heladas es de 204 días, con un promedio de 9 heladas por año. Registra anualmente 780 días-grado y 1.967 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 3.288 mm, un déficit hídrico de 72 mm y sin período seco. Su posición precordillerano determina inviernos fríos y veranos moderadamente frescos.

DISTRITOS AGROCLIMÁTICOS A NIVEL REGIONAL



FUENTE: ATLAS AGROCLIMÁTICO DE CHILE DE LAS REGIONES VI, VII, VIII Y IX. UNIVERSIDAD DE CHILE. 1993.

¹⁵ Santibañez Q., F. y Uribe M., J. 1993. Atlas Agroclimático de Chile de las Regiones VI, VII, VIII y IX. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Ministerio de Agricultura, Fondo de Investigación Agropecuaria. Corporación Nacional de Fomento. Escala 1:250.000.
Novoa S. A., R.; Villaseca C., S.; Del Canto S., P; Rouanet M., J. L.; Sierra B., C.; Del Pozo L. A. , 1989. Mapa Agroclimático de Chile

Templado Infratermal Estenotérmico Perhídrico (910.5)

Posición: Valle andino y cordillera baja.

Descripción: El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima de enero de 21,7°C y una mínima de Julio de 4,3°C. El período libre de heladas es de 47 días, con un promedio de 31 heladas por año. Registra anualmente 632 días-grado y 3.094 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 3.477 mm, un déficit hídrico de 60 mm y sin período seco. La altitud condiciona un régimen invernal frío, con heladas durante todo el año.

Templado Infratermal Estenotérmico Perhídrico (910.6)

Posición: Valle Andino y Cordillera Baja.

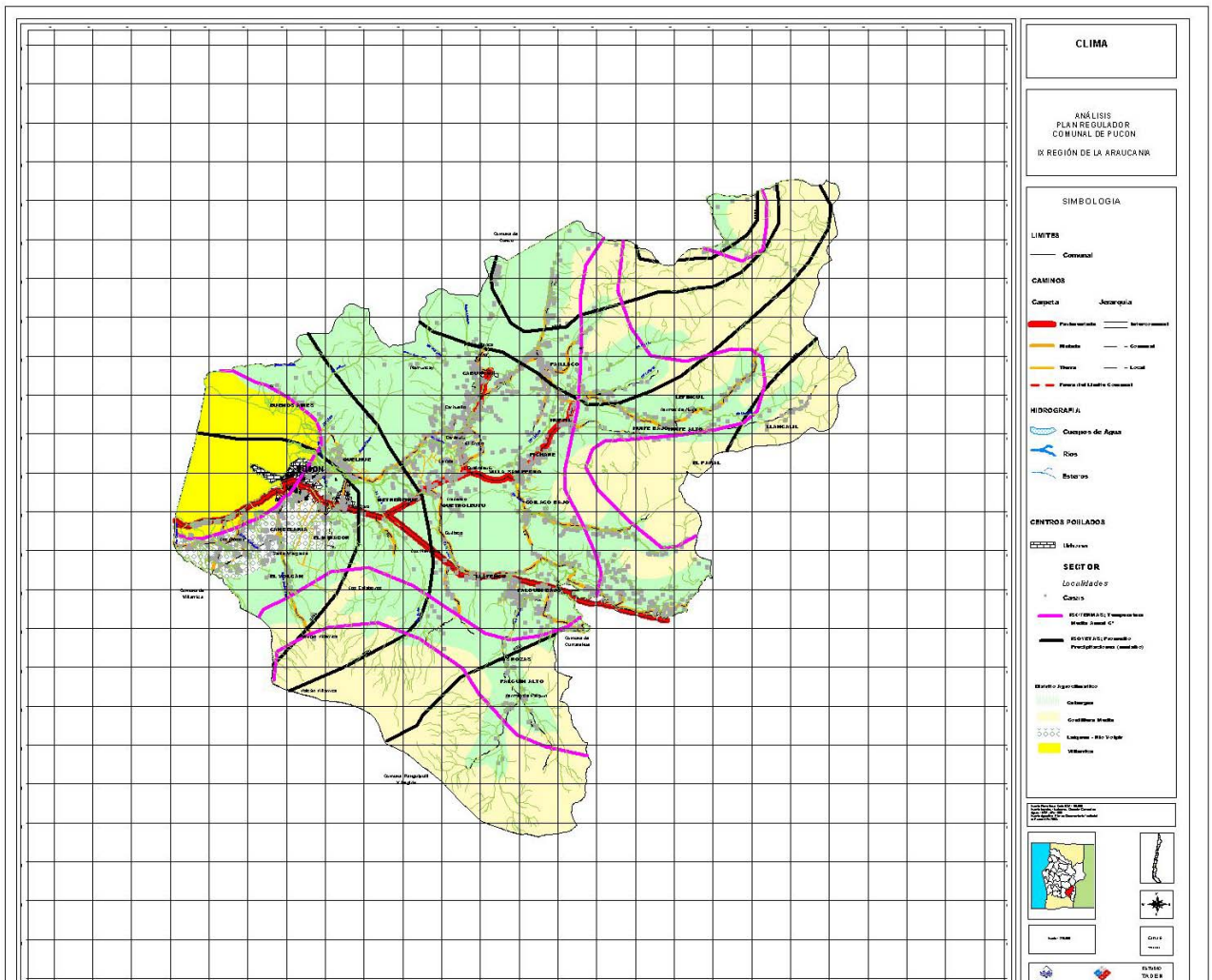
Descripción: El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima de enero de 21,7°C y una mínima de Julio de 4,3°C. El período libre de heladas es de 47 días, con un promedio de 31 heladas por año. Registra anualmente 632 días-grado y 3.094 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 3.477 mm, un déficit hídrico de 60 mm y sin período seco. La altitud condiciona un régimen invernal frío, con heladas durante todo el año.

Polar Microtermal Estenotérmico Perhídrico (810.2)

Posición: Alta cordillera.

Descripción: El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima de enero de 14,8°C y una mínima de Julio de -0,9°C. El período libre de heladas es de 0 días, con un promedio de 188 heladas por año. Registra anualmente 188 días-grado y 6.435 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 3.311 mm, un déficit hídrico de 95 mm y sin período seco. La gran altitud del distrito determina un verano fresco y un invierno con régimen de heladas severo.

CARTA VARIABLES CLIMÁTICAS DE LA COMUNA



3.4 ANTECEDENTES HIDROGRÁFICOS

La totalidad del territorio comunal se inscribe en la cuenca hidrográfica del río Toltén, el que en conjunto con el río Imperial, forman parte del sistema de cuencas principales de la región (Ver **Carta Hidrografía**)

La hoya hidrográfica del río Toltén, de 8.398 km² de superficie y una orientación general de oriente a poniente, limita al norte con la cuenca del río Imperial, por el este con la cuenca del río Bío-Bío y el límite internacional, por el sur con la cuenca del río Calle Calle y por el oeste con las cuencas costeras del Lago Budi y el río Queule. La cuenca del Toltén está compuesta por las subcuencas del Allipén, del Trancura o Pucón y del Toltén. La parte superior de la cuenca del Toltén se desarrolla sobre una morfología de cordones precordilleranos y cordilleranos comprendida entre las cadenas volcánicas del Llaima y del Villarrica y lagos de origen glaciar.

En su sección norte, el río Toltén recibe como principal tributario al **río Allipen-Llaima**, cerca de la localidad de Melipeuco, formado de la confluencia del río Trufultruful que proviene del norte con el Zahuelhue que viene del oriente. El área drenada por el río Allipén es de 2.325 km² y su longitud total, de 108 km. Esta subcuenca principal recibe las aguas que se origina en las cadenas volcánicas del Llaima y Nevados de Sollipulli, entre otras; destaca la presencia del lago Colico como fuente alimentadora. Finalmente, el río Allipen desemboca al Toltén en las cercanías de Pitrufquén.

DIAGRAMA SUBCUENCAS DEL RÍO TOLTEN



FUENTE: MOP.CL

Por la parte suroccidental, el **río Toltén** se origina en la ribera occidental del lago Villarrica; desde ese punto hasta su desembocadura en el sector de Toltén Viejo, recibe los afluentes del Allipen desde el norte y Dónquil y Mahuidanche por el sur.

Hacia la ribera oriental del lago Villarrica confluye la **subcuenca del río Trancura, Menetue o Pucón**, delimitada por el cordón volcánico del Villarrica (2840 msnm) y el Quetrepillan (2.360 msnm) por el sur y los Altos de Caburgua por el norte. La subcuenca del río Trancura integra en su interior a la totalidad del territorio de la comuna de Pucón.

Cuenca del río Trancura (= piedra caída)

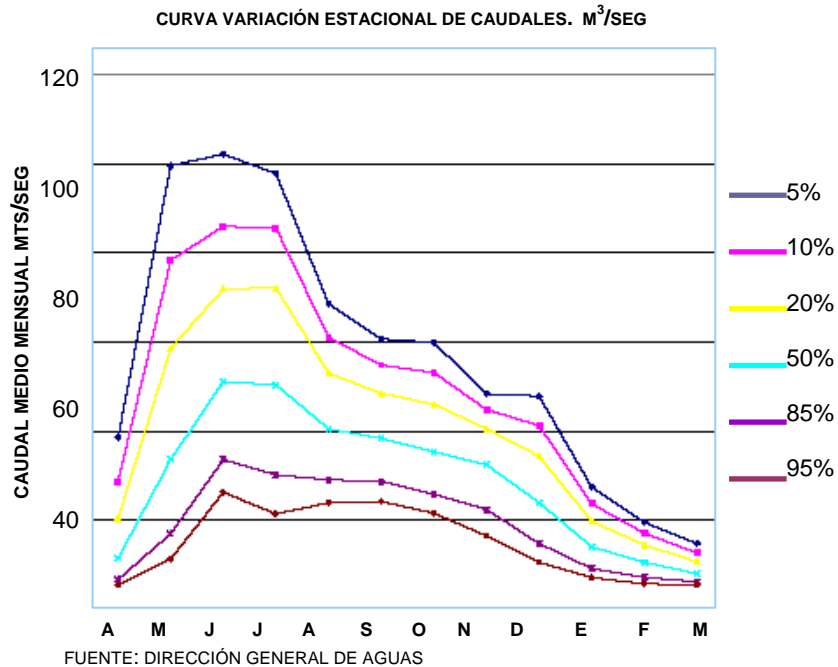
Las nacientes de la cuenca se encuentran en la divisoria de aguas andina, alimentándose de numerosos cursos primarios, entre los que destaca el río Maichin, que se origina en el lago Quillehue cerca del volcán Lanín, en la frontera con Argentina, comuna de Curarrehue. Presenta un régimen pluvio – nival en la parte baja, mientras que en la parte alta se aprecia una fuerte influencia nival.

Los mayores caudales se presentan entre mayo y julio, producto de lluvias invernales. Hacia primavera disminuyen gradualmente, manteniendo valores considerables, por la leve influencia nival, para finalmente caer durante los meses de enero a marzo. En años secos los mayores caudales se observan entre junio y octubre, mientras que los menores ocurren entre diciembre y mayo.

VARIACIÓN ESTACIONAL DE CAUDALES. RÍO TRANCURA MT ³ /SEG												
Pex %	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M
5	38,63	99,60	102,12	97,85	68,55	60,72	59,94	48,40	47,88	27,52	19,61	14,85
10	28,76	78,39	85,95	85,65	61,03	54,87	53,16	44,88	41,29	23,73	17,13	12,74
20	20,47	58,64	71,93	72,20	53,02	48,54	46,08	40,62	34,42	19,84	14,55	10,73
50	11,50	33,68	51,16	50,41	40,52	38,40	35,40	32,48	24,05	14,09	10,65	8,11
85	6,77	17,01	33,63	30,25	29,10	28,78	25,91	22,45	14,83	9,24	7,25	6,27
95	5,49	11,39	26,29	21,50	23,95	24,29	21,61	16,56	10,65	7,21	5,78	5,62
DIS	L3	L2	L2	G2	L2	L2	G	N	G	L2	L3	L3

Pex (%)= probabilidad de excedencia Dist=abreviatura de la distribución de mejor ajuste para el mes correspondiente.
 Donde Normal: N Log-Normal 2 parámetros: L2
 Gumbel o de Valores Extremos Tipo I: G Gamma 2 parámetros: G2
 Pearson Tipo III: P3 Log-Gamma de 2 parámetros: LG Log-Pearson tipo III: LP

FUENTE. DIRECCION GENERAL DE AGUAS.



El carácter glacio-volcánico del relieve sobre el que se inscribe la cuenca principal, determina el trazado irregular de los diversos cursos de agua que alimentan el río Trancura; en efecto, esta irregularidad se expresa tanto a través de la forma que muestran las numerosas cuencas tributarias, como también en la marcada sinuosidad de los lechos de los ríos, de cursos en parte anastomosados, en parte encajonados.

Se identifican las siguientes subcuencas, de este a oeste:

CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS POR RIBERA					
RIBERA NORTE					
SUBCUENCA	CONFLUENCIA AL TRANCURA	TRIBUTARIOS	OTROS CUERPOS DE AGUA	LOCALIDADES	OTROS ASPECTOS
RÍO RELICURA	RELICURA BAJO	PANGUI, LOS CHILCOS	LAGUNAS ALICIA, LA GUITARRA	PANGUI, HUITRACO, LOS CHILCOS, RELICURA BAJO	SU AFLUENTE RÍO PANGUI NACE EN LOS CORDONES DE LA CORDILLERA RUCAPUDO, POR SOBRE LOS 1500 MT
RÍO LIUCURA	NORTE AERODROMO	LLANCALIL, LEFINCUL, NEVADO, QUINCHOL, CABURGUA, CARAHUELLO	LAGUNAS HUIFE, TILQUILCO, LAGO CABURGUA	LLANCALIL, HUIFE, HUEPIL, LIUCURA, QUETROLEUFU, CARRILEUFU, CABURGUA	EXTENSA SUBCUENCA DE ORIENTACION GENERAL NE-SW NACE EN LOS FALDEOS DE LOS NEVADOS DE CABURGUA DE 1905 MTS RECIBE LAS AGUAS DEL DESAGUADERO DEL LAGO CABURGUA
RÍO HUITRACO	QUELHUE	PEQUEÑAS QUEBRADAS	-	RD. QUELHUE	PEQUEÑA SUBCUENCA ORIGINADA EN LOS FALDEOS DEL CORDÓN CHAQUILCURA-CARHUELLO, 1620 MTS., AL OESTE DEL LAGO CABURGUA
RÍO QUILQUE	HUMEDAL	PEQUEÑAS QUEBRADAS	-	QUELHUE	SE ORIGINA EN LOS FALDEOS DE LOS CERROS DE QUELHUE, 1372 MTS
RIBERA SUR					
TRANCURA SUPERIOR	CURRARREHUE	MUEMOLLUCO PUESCO CAREN	LAGUNAS HUENFUICA, LOS PATOS	CAREN TRANCURA	EXTENSA CUENCA QUE NACE DE LA CONFLUENCIA DE LOS RÍOS MUEMOLLUCO Y PUESCO LAGUNA MUEMOLLUCA CERCA DEL LIMITE FRONTERIZO
HUILILCO	PALGUIN BAJO	CAVISAÑI, GUAMPOE, LONCOFILO	LAGUNA LONCOFILO	HUILILCO, CATRIPULLI, PALGUIN BAJO	TOPOGRAFIA BAJA HUMEDAL SECTOR PALGUIN BAJO
PALGUIN	PALGUIN BAJO	LA CASCADA MOCHO,, CAÑADON DE CHINAY	SALTOS EL RORASRÍO, EL LEON, TERMAS PALGUIN	LAS ROSAS, PALGUIN BJO	NACE EN LA CORDILLERA EL MOCHO, SUBCUENCA ANCHA
TURBIO	NORTE AERODROMO	RÍO CORRENTOSO	-	EL TURBIO, LOS NEVADOS	NACE EN FALDEOS ORIENTAL VOLCAN VILLARRICA
PICHICLARO	EL CLARO	-	-	EL CLARO	NACE EN CERRO CHAMILLA, ANTECUMBRE DEL VOLCAN VILLARRICA
CHILCOSO O ZANJON SECO	LAGO VILLARRICA	-	-	CANDELARIA, REFUGIO VILLARRICA	CURSO ALARGADO, PROCEDE DE LOS FALDEOS DEL VOLCAN VILLARRICA
CANDELARIA	LAGO VILLARRICA	-	-	CANDELARIA	PROCEDE DE LOS FALDEOS DEL VOLCAN VILLARRICA
ESTERO CORRENTOSO	LAGO VILLARRICA	-	-	LONCOTRARO	PROCEDE DE LOS FALDEOS DEL VOLCAN VILLARRICA
FUENTE: ELABORACIÓN PROYECTOS Y ESTUDIOS 2050 LTDA.					

La topografía irregular del terreno y el carácter caudaloso de los cursos de agua, permite la existencia de numerosos torrentes los que son utilizados para la práctica de deportes fluviales. Algunos de estos tienen gran extensión y su recorrido va acompañado por riberas de densa vegetación.

ACTIVIDADES TURISTICAS EN RIO TRANCURA



FUENTE: ELABORACIÓN PROYECTOS Y ESTUDIOS 2050 LTDA. 2007

Lagos:

Dentro del sistema hidrográfico comunal existen varios lagos de importancia, formados a los pies de la cordillera, estando sus aguas represadas por depósitos morrénicos de la última glaciación.

En orden de extensión superficial se encuentran los Lagos: Villarrica (176 km²) y Caburga (51 km²)

LAGO VILLARRICA (=MALLOLAFQUÉN):

Los lagos se encuentran encadenados de este a oeste por ríos receptores y emisarios, los primeros de los cuales se caracterizan por la abundante carga de materiales que arrastran y que finalmente depositan en el lago. Los ríos emisarios son de aguas limpias y salen desde los grandes lagos en dirección al océano, a nivel de base absoluto.

Es así como el río Trancura es receptor respecto del lago Villarrica, siendo su emisario el río Toltén. Los ríos están considerados como de transición por su régimen de escorrentía ya que no presentan las crecidas primaverales, debido al derretimiento de las nieves. Estas crecidas se ven disminuidas por las abundantes lluvias, que presentan sus intensidades máximas en invierno.

El lago se ubica a una altura de 230 msnm; tiene un área de 176 km² y sus aguas están retenidas por un anfiteatro morrénico frontal. Es alimentado por el río Trancura, que colecta la mayor parte de las aguas que convergen al lago.

La temperatura en la superficie alcanza un rango de 19 a 22 C° en verano y entre 9 y 10 C° en invierno, lo que facilita la evacuación y limpieza de sus aguas.

Sus playas son de arenas grises de mediano tamaño, aumentando de tamaño con la altura de la cuenca receptora.

LAGO CABURGUA

El lago es de origen volcánico y tiene una superficie aproximada de 53 km², de forma alargada en sentido norte-sur. El principal afluente del lago es el río Blanco, cuyos tributarios septentrionales se alimentan de las aguas de fusión procedentes de los Nevados de Sollupulli.

Sus playas son pequeñas y pedregosas, siendo la más extensa Playa Blanca, de arenas blanco-amarillento y de unos 500 mts. de longitud y Playa Negra de 5 km. de longitud.

El relieve que lo rodea corresponde a cerros abruptos y fuertes quebradas, asociadas estas últimas a numerosas vertientes, esteros, ríos y lagunas. Este lago posee aguas más templadas que otros lagos de la zona.

En conjunto con estos dos grandes lagos comunales, se identifican una serie de cuerpos de agua, de diversas magnitud, emplazados en sectores montañosos; de ellos, el mas relevante lo constituye el lago Tinquilco por el carácter conservacionista que se quiere hacer del área de su emplazamiento.

LAGO TINQUILCO

Ubicado a 30 km al noreste de Pucón, junto al Parque Nacional Huerquehue y el este del lago Caburga, posee una superficie de 110 has. y una altitud de 728 msnm.

Su entorno comprende una zona montañosa precordillerana, designada como los Nevados del Caburga, donde destacan como alturas los cerros Cúmulo, Quinchol, San Sebastián y Araucano.

Se alimenta de los esteros La Cascada, Ñirrico, El Rincón, El Peumo, Marilúan y El Seco.

LAGO TINQUILCO Y NEVADOS DEL CABURGUA



FUENTE: COMITÉ DE PROTECCIÓN Y DESARROLLO SUSTENTABLE DE TINQUILCO

Otros cuerpos de agua comprenden los lagos Verde, Toro, Chico, que tributan al Tinquilco; Isolda en el extremo noreste de la comuna; Huife en un tributario del río Liucura, laguna Minetue en el río homónimo, Ancapulli cercana a la anterior, Loncofilo en las vegas del río Cavisañi, laguna San Jorge en el estero Coilaco superior, laguna del Leon en el Relicura.

Calidad del agua en los lagos

Estudios financiados por el Fondo de Investigación Pesquera (FIP) más los aportes de otros fondos estatales, han demostrado que el nivel trófico de diversos lagos chilenos está aumentando en forma acelerada. Diversos cuerpos de agua, entre los que se cuenta el lago Villarrica, junto al Calafquén, Riñihue y Llanquihue, presentan ya estados mesotróficos¹⁶.

Las actividades económicas que aportan nutrientes a estos lagos presentan graves externalidades negativas, entre las que se pueden destacar la degradación del hábitat con la consecuente pérdida de diversidad biológica, la imposibilidad de seguir siendo usados como fuentes superficiales de agua potable, la pérdida de la belleza escénica y la disminución del turismo (Universidad de Chile, 2005)¹⁷

Termas

Otro componente hidrográfico particular de esta zona, es la existencia de numerosas vertientes naturales favorecidas por la presencia de fuentes termales de origen volcánica.

¹⁶ Condición intermedia, que se da de una forma natural o que es debida a un enriquecimiento en nutrientes

¹⁷ Universidad de Chile (2005) Criterios de Calidad de Aguas o Efluentes Tratados para uso en Riego. Departamento de Ingeniería Civil. División de Recursos Hídricos y Medio Ambiente

Varias de estas vertientes de aguas calientes, han sido aprovechadas para el turismo tomando cada centro termal características propias. Todos estos centros termales se encuentran ubicados en torno al paisaje montañoso. Algunas de ellas son:

Termas Huife

Se ubican en el valle del río Liucura, a orillas del río homónimo y rodeadas de bosques de hualles, robles, coigües y araucarias. Se reconocen dos áreas: **Huife Bajo o Baños de Gatica** a 400 msnm; sus aguas termales fluyen desde varios pozos a temperatura entre 46 y 57° C; químicamente son aguas alcalinas, sulfatadas, cloruradas y carbonatadas; presentan sodio, potasio y calcio, con predominio de sulfatos de sodio y potasio. **Huife Alto o Baños de Toledo**, a 750 msnm.; sus aguas termales fluyen desde un conjunto de vertientes a temperaturas de 40°C; químicamente son aguas muy alcalinas, sulfatadas y cloruradas, ricas en sodio y calcio, con predominio de sulfatos de sodio.

Termas Los Pozones

Corresponden a pozones naturales de diferentes tamaños labrados en las rocas, con temperaturas que varían entre 30 y 42°C. El río Liucura corre junto a las termas, lo que hace posible cambiar sus temperaturas

Termas de Yanqui

Ubicadas en las montañas del valle del Panguín, en medio de tupida vegetación autóctona. Sus aguas presentan temperaturas de unos 37°C. y contienen minerales como potasa, litio o azufre.. Corresponde al centro termal más antiguo de la zona

Termas de Minetúe

Se encuentran en la ribera norte del río Trancura, a orillas de la laguna Ancapulli y a 360 msnm. El agua termal surge desde 12 pozos a lo largo del estero Pelfún, con temperaturas que oscilan entre 36 y 49° C. Químicamente son aguas alcalinas, presentan carbonatos, sulfatos y cloruros, además de sodio, con predominio de carbonatos de sodio.

Termas de San Luis

Centros termales en el valle del río Trancura, en dirección a Curarrehue

Termas de Palguín: Se ubican a 800 msnm, en el valle del río Palguín. Sus aguas termales proceden de varios manantiales a temperaturas entre 39 y 44,5°C. Químicamente son aguas ligeramente alcalinas, sulfatadas, carbonatadas y cloruradas. Contienen sodio, potasio, calcio y magnesio, con predominio de sulfatos de sodio y potasio.

Termas de Ancamil o Maichín.

A 42 kms, cerca de Curarrehue, en una cueva rústica con el agua no muy caliente, en la ribera occidental del río Maichín y a 397 msnm. El agua fluye desde una caverna pequeña labrada en roca, a unos 37°C. Químicamente son aguas neutras, sulfatadas, carbonatadas y cloruradas, con sodio y calcio, además de escaso potasio y magnesio, con predominio de sulfatos de sodio.

Termas de Trancura.

Se ubican cerca de la confluencia del río Maichín con el Trancura, a orillas del cauce del río Maichín, a 380 msnm. El agua termal fluye desde un manantial al nivel del río. Químicamente son aguas neutras, presentan sulfatos, carbonatos y cloruros, contienen sodio, calcio y potasio, predominando los sulfatos de sodio.

Otras termas en la zona de Pucón

- Quimey-Co a 26 kms, en el valle del Río Liucura
- Liucura a 18 kms, el agua tiene unos 28 °C

Humedal Delta Trancura

En la desembocadura del río Trancura al lago Villarrica se ha formado un delta gracias a aportes sedimentarios de grandes flujos de detritos laháricos a través de los ríos Turbio y Pedregoso; los aportes importantes ocurrieron entre los años 1944 y 1961 y entre s 1961 y 1981.¹⁸

Desde 1944 el delta ha tenido una propagación de a lo menos 500 m hacia el oeste, así como también se ha ensanchado en más de 500 m hacia el sur y en unos 700 m hacia el norte. Del mismo modo, la parte norte de la caja del valle que, originalmente comprendía una entrada del lago Villarrica en 1944, paulatinamente fue siendo rellenada por aportes sedimentarios hasta fines de la década de los 70, tras lo cual el sector fue atravesado por una nueva rama del río Trancura, de orientación noroeste. El aporte sedimentario tras dichas erupciones debió decrecer notablemente, en forma exponencial, hasta que el río y sus afluentes recobraran su perfil de equilibrio.

DELTA RIO TRANCURA



FUENTE: VUELO ENERO 2007

Hidrogeología

En el sector alto de la cuenca del río Trancura destaca la existencia de formaciones hidrogeológicas de origen sedimentario-volcánico del período Terciario y Cuaternario y rocas hipabisales e intrusivas perteneciente al período Jurásico Terciario.

Estas formaciones rocosas, consistentes principalmente en coladas, brechas, tobas e ignimbritas con intercalaciones de lutitas, calizas, areniscas y conglomerados de baja permeabilidad, forman el basamento de este sector de la cuenca. Por lo tanto las infiltraciones de agua, escurren por el subsuelo hasta llegar a los cuerpos lacustres de Villarrica y Caburga. Las aguas de estos lagos se infiltran a través del material morrénico originando una fuente constante de abastecimiento del acuífero¹⁹ (Ver Carta Hidrogeología).

La distribución espacial de los acuíferos sigue en gran parte la de la geología dominante, aunque en ocasiones depende del estado de la roca.

¹⁸ Proyecto Plan de Ordenamiento Territorial. Comuna de Pucón. 2003

¹⁹ SERNAGEOMIN

Acuíferos Fisurados: Su permeabilidad se debe a la presencia de grietas y fisuras, tanto de origen mecánico como de disolución. Ocupa la mayor extensión a nivel comunal. Potencial medio a bajo.

Acuíferos Porosos: La permeabilidad se debe a su porosidad intergranular. Entre estos se encuentran las gravas, arenas y en general todos los materiales detríticos con tamaño de grano de arena como mínimo. La textura del medio está constituida por granos, permitiendo que el agua se almacene y circule por los huecos intergranulares, los que pueden estar rellenos de material granular muy fino, disminuyendo las características del medio para el almacenamiento y transporte del agua. También pueden estar rellenos de materiales arcillosos, dejando prácticamente anuladas estas características. Ocasionalmente los granos están constituidos por material poroso que les aporta, incluso, mejores propiedades como almacén de agua. Los medios granulares, dada su génesis, suelen ser homogéneos a escalas reducidas. Siguiendo el fondo del valle principal. Potencial alto.

Acuícludos: Pueden almacenar agua en grandes cantidades, pero no tienen la posibilidad de transmitirla y drenan con mucha dificultad. El agua se encuentra encerrada en los poros de la formación y no puede ser liberada (arcillas, arcillas plásticas, limos arcillosos). En hidrogeología clásica se asumen como impermeables, pero en ingeniería geológica el concepto se hace menos preciso pues drenajes muy limitados pueden presentar problemas en determinadas obras. Oriente del lago Caburgua y NE del lago Villarrica. Nulo potencial

3.5 LA COBERTURA DE SUELOS

La frecuente actividad volcánica, pasada y actual, a que estuvo y está expuesto el territorio comunal ha provocado la incorporación de nuevos materiales, como cenizas, escorias y lavas a los perfiles de los suelos en evolución, manifestándose ello como un proceso de rejuvenecimiento. En general, los materiales de origen volcánico que han servido como generadores de suelos, varían desde las tobas y brechas a cenizas transportadas y depositadas por el viento, o bien transportadas por agua, glaciares y lahares²⁰.

Los suelos volcánicos, denominados andosoles, poseen gran capacidad de retención de agua; alto índice de expansión de volumen, secado irreversible, gran poder de fijación, alta capacidad de intercambio y elevada superficie de reacción. Mineralógicamente, presentan alofanos, elementos coloidales que se comportan en forma amorfa.

Los suelos comunales corresponden a **trumaos**, considerados **inceptisoles**, por el desarrollo incipiente del perfil, producto básicamente de la juventud de los materiales volcánicos de que derivan. En la taxonomía de suelos se ubican en el suborden andept, formados sobre cenizas volcánicas, en condiciones de drenaje moderadamente bueno a excelente, de topografía plana a ligeramente ondulada en forma de lomajes.²¹

Capacidad de Uso del Suelo:

De acuerdo a la capacidad de los suelos para adaptarse a determinados tipos de cultivos y en función de los riesgos y dificultades a que están expuestos, en la comuna se identifican las siguientes unidades (ver **Carta Suelos**):

Clase III (IIIe)

Presentan moderadas limitaciones en su uso y restringen la elección de cultivos, esta clase se distribuye alrededor del centro urbano lo que facilita el desarrollo para ciertos cultivos. Tienen severas limitaciones que reducen la elección de plantas o requieren de prácticas especiales de conservación o de ambas.

Las limitaciones más corrientes para esta clase, pueden resultar del efecto de una de las siguientes condiciones:

- Relieve moderadamente inclinado o suavemente ondulado.
- Alta susceptibilidad a la erosión por agua o vientos o severos efectos adversos de erosión pasados.
- Suelo delgado sobre un lecho rocoso, que limita la zona de arraigamiento y almacenamiento de agua.
- Permeabilidad muy lenta en el subsuelo.
- Baja capacidad de retención de agua.
- Baja fertilidad no fácil de corregir.
- Humedad excesiva o algún anegamiento continuo después de drenar.
- Limitaciones climáticas moderadas.
- Inundación frecuente acompañada de algún daño a los cultivos.

Clase IV (IV, IVs, IVe)

Presentan severas limitaciones de uso que restringen la elección de cultivos. Al igual que la clase anterior se distribuye cercano al centro urbano. Estos suelos al ser cultivados, requieren cuidadosas prácticas de manejo y de conservación, más difíciles de aplicar y mantener que la clase III. Los suelos en clase IV pueden usarse para cultivos, praderas, frutales, praderas de secano, etc. Los suelos de esta clase pueden estar adaptados sólo para dos o tres de los cultivos comunes y la cosecha producida puede ser baja en relación a los gastos sobre un período largo de tiempo.

Las limitaciones más usuales para los cultivos de esta clase se refieren a:

²⁰ Plan de Ordenamiento Territorial de Pucón

²¹ Rovira, A. 1984. Colección Geografía d Chile. IGM.Tomo Los Suelos.

- Suelos delgados.
- Pendientes pronunciadas.
- Relieve moderadamente ondulado y disectado.
- Baja capacidad de retención de agua.
- Humedad excesiva con riesgos continuos de anegamiento después del drenaje.
- Severa susceptibilidad a la erosión por agua o viento o severa erosión efectiva.

Clase VI (Vis, Vle)

Corresponden a suelos inadecuados para los cultivos y su uso está limitado para pastos y forestales. Se encuentran asociados a los cordones montañosos de la comuna. Estos suelos tienen limitaciones continuas que no pueden ser corregidas, tales como: pendientes pronunciadas, susceptibles a severa erosión, efectos de erosión antigua, pedregosidad excesiva, zona radicular poco profunda, excesiva humedad o anegamientos, clima severo, baja retención de humedad, alto contenido de sales o sodio.

Clase VII (Vile, VIIw, VIIs)

Son suelos con limitaciones muy severas que los hacen inadecuados para los cultivos. Al igual que la serie anterior se encuentran asociados a los cordones montañosos de la comuna. Su uso fundamental es pastoreo y forestal. Las restricciones de suelos son más severas que en la clase VI por una o más de las limitaciones siguientes que no pueden corregirse: pendientes muy pronunciadas, erosión, suelo delgado, piedras, humedad, sales o sodio, clima no favorable, etc.

Clase VIII

Corresponde a suelos sin valor agrícola, ganadero o forestal. Su uso está limitado solamente para la vida silvestre, recreación o protección de hoyas hidrográficas.

Las clases anteriores, además se identifican de acuerdo a un determinado tipo de limitación, reconociéndose las siguientes sub-clases:

- S: Suelo.
- W: Humedad, drenaje o inundación.
- E: Riesgo de erosión o efectos de antiguas erosiones.
- Cl: Clima.

Series de Suelos

Corresponde a agrupaciones de suelos que presentan espacialmente las mismas propiedades; reciben el nombre de la localidad tipo donde fueron mejor identificada. Se identifican las siguientes en el territorio comunal:

Serie Villarrica. VIK

La serie Villarrica es un miembro de la familia medial, métrica de los Acrudoxic Fulvudands (Andisol).

Suelo profundo, formado por cenizas volcánicas recientes depositadas sobre conglomerado volcánico. De textura superficial franco limosa y color pardo oscuro a pardo muy oscuro en matices 7,5 YR, de textura franco arcillo arenosa y color pardo fuerte en matices 7,5 YR en profundidad. Substrato constituido por un conglomerado cementado. Suelo de topografía casi plana con 1 a 3% de pendiente, de drenaje imperfecto y de permeabilidad moderada.

La topografía varía de casi plana a suavemente ondulada con pendientes complejas de 1 a 8%. El drenaje varía de bueno a imperfecto.

El horizonte Ap varía de textura franco arenosa a franco limosa y el color varía a pardo muy oscuro en el matiz 10YR.

Los horizontes A1 y B1 varían en el color gris oscuro en matiz 10YR y la textura varía de franco limoso a franco arenoso.

El horizonte B2 varía en el color a pardo y pardo oscuro en el matiz 10YR.

El horizonte C varía de color a pardo amarillento oscuro y pardo amarillento en el matiz 10YR.

CARACTERÍSTICAS SUELOS SERIE VILLARRICA	
PROFUNDIDAD (CM)	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MORFOLÓGICAS DE PEDÓN
0 – 12 A _p	PARDO OSCURO A PARDO MUY OSCURO (7,5 YR 2,5/2) EN HÚMEDO; FRANCO ARENOSO; LIGERAMENTE PLÁSTICO Y NO ADHESIVO; MUY FRIABLE; ESTRUCTURA GRANULAR FINA, FUERTE. RAÍCES FINAS Y MUY FINAS ABUNDANTES; POROS FINOS Y MEDIOS ABUNDANTES. LÍMITE LINEAL, CLARO.
12 – 24 A ₁	NEGRO A GRIS MUY OSCURO (7,5 YR 2,5/1) EN HÚMEDO; FRANCO ARENOSA; LIGERAMENTE PLÁSTICO Y NO ADHESIVO; ESTRUCTURA DE BLOQUES SUBANGULARES MEDIOS, DÉBILES; MUY FRIABLE. RAÍCES FINAS Y MUY FINAS ABUNDANTES; POROS FINOS ABUNDANTES. LÍMITE LINEAL, CLARO.
24 – 50 B ₁	NEGRO A GRIS MUY OSCURO (7,5 YR 2,5/1) EN HÚMEDO; FRANCO ARENOSA FINA; LIGERAMENTE PLÁSTICO Y LIGERAMENTE ADHESIVO; BLOQUES SUBANGULARES MEDIOS, MODERADOS, QUE SE PARTEN EN BLOQUES SUBANGULARES FINOS MODERADOS, FRIABLE. RAÍCES FINAS COMUNES; POROS FINOS ABUNDANTES. LÍMITE LINEAL, CLARO.
50 – 84 B ₂	PARDO ROJIZO OSCURO (5 YR 3/2) EN HÚMEDO; FRANCO ARCILLO ARENOSA; LIGERAMENTE PLÁSTICOS Y LIGERAMENTE ADHESIVO; FRIABLE; MACIZO. RAÍCES FINAS COMUNES; POROS FINOS MUY ABUNDANTES. SUCESIÓN DE ESCORIALES VOLCÁNICOS DE DIFERENTE GRANULOMETRÍA. FRAGMENTOS DE PÓMEZ COMUNES FRESCOS Y METEORIZADOS, DE COLOR ANARANJADO FUERTE. LÍMITE LINEAL, ABRUPTO.
84 – 100 Y MÁS C ₂	PARDO FUERTE (7,5 YR 5/6) EN HÚMEDO; FRANCO ARCILLO ARENOSO; PLÁSTICOS Y ADHESIVO; FRIABLE; MACIZO; POROS FINOS ABUNDANTES. ABUNDANTE ESCORIA VOLCÁNICA. SE INTERCALAN PEQUEÑAS ESTRATAS COMPACTADAS DE MATERIAL MUY FINO. ABUNDANTE PÓMEZ METEORIZADA.

Variaciones de la Serie Villarrica

VIK-6 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa, ligeramente profunda moderadamente ondulada con 8 a 15% de pendiente y bien drenada. Se clasifica en:

Capacidad de uso : Ive Clase de drenaje : 5
 Categoría de riego : 4t Aptitud frutal : D
 Erosión actual : 0 Aptitud agrícola : 4

PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y FÍSICO – QUÍMICAS DEL SUELO					
PROFUNDIDAD	0 - 12	12 - 24	24 - 50	50 - 84	84 - 50
DISTRIBUCIÓN DE PARTÍCULAS POR TAMAÑO %					
2 – 1	0.1	0.0	0.1	0.4	2.4
1 – 0.5	0.4	0.5	0.5	2.0	3.9
0.5 – 0.25	3.3	1.4	1.7	2.9	3.3
0.25 – 0.10	7.6	5.7	5.6	2.8	4.8
0.10 – 0.05	14.8	13.6	10.9	5.7	8.8
2.0 – 0.05	26.4	21.2	18.7	14.0	23.3
0.05 – 0.002	35.5	31.7	34.9	33.5	35.1
< 0.002	38.1	47.1	45.4	52.5	31.5
DENSIDAD APARENTE G/M ³	0.65	0.60	0.60	0.87	0.81
HUMEDAD RETENIDA 33 KPA%	62.8	60.8	57.1	69.0	80.3
HUMEDAD RETENIDA 1500 KPA%	44.7	43.5	47.5	59.4	50.3
HUMEDAD APROVECHABLE %	18.1	17.3	9.6	9.6	30.0
CARBONO ORGÁNICO %	13.03	10.67	8.67	4.75	1.88
MATERIA ORGÁNICA %					
PH H ₂ O	5.2	5.2	5.2	5.9	6.2

RETENCIÓN DE P%	99	100	100	100	100
COMPLEJO DE CAMBIO (CMOL+/KG)					
CA	3.45	0.64	0.47	0.32	0.30
MG	0.20	0.08	0.09	0.04	0.11
K	0.06	0.06	0.05	0.01	0.01
NA	0.05	0.03	0.03	0.01	0.02
AL	0.53	0.35	0.11	0.00	0.00
SUMA DE BASES	3.76	0.81	0.64	0.38	0.44
CAPACIDAD TOTAL INTERCAMBIO	52.3	58.3	51.1	45.6	44.6
CICE (CIC EFECTIVA)	4.29	1.16	0.75	0.38	0.44
SATURACIÓN DE BASES %	7	1	1	1	1
SATURACIÓN DE AL %	12.4	30.2	14.7	0.0	0.0
AL _{ox}	3.66	4.07	3.81	4.81	5.32
FE _{ox}	0.60	0.52	0.36	0.17	0.13
AL _{ox} + 1/2 FE _{oc}	3.96	4.32	3.99	4.89	5.38

Serie Pucón: PCN

La serie Pucón es un miembro de la Familia medial, métrica de los Tipic Hapludands (Andisol).

Suelo en posición de terraza remanente con cenizas volcánicas recientes, casi plano a suavemente ondulado con pendientes complejas de 1 a 8%.

Suelo en posición de terrazas lacustres del lago Villarrica, formados a partir de cenizas volcánicas con substratos de escoria volcánica, ubicado en el Llano Central a una altura de 300 a 400 msnm. De textura superficial franco limosa y color pardo muy oscuro en el matiz 10YR; de textura franco arenosa y color pardo grisáceo muy oscuro en el matiz 10 YR en profundidad. Son suelos delgados a moderadamente profundos, ligera a fuertemente ondulados, de permeabilidad moderadamente rápida y bien drenado.

CARACTERÍSTICAS SERIE DE SUELOS PUCÓN	
PROFUNDIDAD (CM)	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MORFOLÓGICAS DE PEDÓN
0 – 16 A ₁	PARDO MUY OSCURO (10 YR 2/2) EN HÚMEDO; FRANCO LIMOSO; LIGERAMENTE PLÁSTICO Y LIGERAMENTE ADHESIVO; BLANDO, FRIABLE; GRANULAR FINA, DÉBIL. RAÍCES FINAS Y MEDIAS MUY ABUNDANTES. LÍMITE LINEAL, CLARO.
16 – 44 B	PARDO GRISÁCEO MUY OSCURO (10 YR 3/2) EN HÚMEDO; FRANCO LIMOSO; LIGERAMENTE PLÁSTICO Y LIGERAMENTE ADHESIVO; BLANDO, FRIABLE; ESTRUCTURA DE BLOQUES SUBANGULARES MEDIOS, MODERADOS. RAÍCES FINAS Y MEDIAS MUY ABUNDANTES. LÍMITE LINEAL, CLARO.
44 – 70 BC	PARDO GRISÁCEO MUY OSCURO (10YR 3/2) EN HÚMEDO; FRANCO ARENOSA; NO PLÁSTICO Y NO ADHESIVO; BLANDO, MUY FRIABLE; ESTRUCTURA DE BLOQUES SUBANGULARES MEDIOS, DÉBILES. RAÍCES FINAS Y MEDIAS ABUNDANTES. LÍMITE LINEAL, ABRUPTO.
70 Y MÁS C	ESCORIAS VOLCÁNICAS.

Rango de Variaciones

En el horizonte A1 el color puede variar a negro en matices 10 YR o 7.5 YR; la textura puede ser franco arenosa; la estructura puede variar a bloques subangulares medios moderados, o presentar una mezcla de granular y bloques.

En el horizonte B el color puede variar a pardo muy oscuro o pardo oscuro en el matiz 10 YR; la textura puede ser franco arenosa a granular gruesa, la estructura puede variar a granular fina, débil.

En el horizonte BC el color puede ser negro en el matiz 10 YR; la textura puede variar a franco arcillo arenoso y en este caso la estructura puede ser de bloques subangulares medios, moderados.

Variaciones de la Serie Pucón

PCN – 1

Representa a la serie y corresponde a suelos de textura superficial franco limosa, moderadamente profundos, suavemente ondulados con 5% a 8% de pendiente y bien drenados. Se clasifica en:

Capacidad de uso: IVel Clase de drenaje: 5
 Categoría de riego: 3t Aptitud frutal : C
 Erosión actual : 0 Aptitud agrícola : 4

PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y FÍSICO – QUÍMICAS DEL SUELO				
PROFUNDIDAD	0 - 16	16 - 44	44 - 70	70 Y MÁS
DISTRIBUCIÓN DE PARTÍCULAS POR TAMAÑO %				
2 – 1	9.5	7.8	10.8	46.4
1 – 0.5	8.5	9.2	12.8	42.7
0.5 – 0.25	5.9	6.5	8.5	2.5
0.25 – 0.10	8.2	9.7	12.6	0.5
0.10 – 0.05	13.5	15.9	14.4	0.6
2.0 – 0.05	45.7	49.3	59.3	92.8
0.05 – 0.002	29.0	27.3	21.3	1.4
< 0.002	25.4	23.4	19.4	5.8
TEXTURA	F	FAA	FA	A
DENSIDAD APARENTE G/M	0.75	0.81	1.06	1.12
HUMEDAD RETENIDA 33 KPA %	49.6	50.8	33.8	10.3
HUMEDAD RETENIDA 1500 KPA %	32.7	29.4	21.2	6.8
HUMEDAD APROVECHABLE %	16.9	21.4	12.6	3.5
CARBONO ORGÁNICO %	5.00	3.92	2.72	0.28
MATERIA ORGÁNICA %				
PH H ₂ O	5.9	6.1	6.4	6.7
RETENCIÓN DE P%	90	92	82	47
COMPLEJO DE CAMBIO (CMOL+/KG)				
CA	6.23	8.00	7.23	1.95
MG	1.44	0.83	1.89	0.49
K	0.08	0.02	0.02	0.05
NA	0.11	0.09	0.07	0.05
AL	0.02	0.00	0.00	0.00
SUMA DE BASES	7.86	8.94	9.21	2.54
CAPACIDAD TOTAL INTERCAMBIO	30.5	31.0	23.2	7.9
CICE (CIC EFECTIVA)	7.88	8.94	9.21	2.54
SATURACIÓN DE BASES %	26	29	40	32
SATURACIÓN DE AL %	0.3	0.0	0.0	0.0
AL _{ox}	2.66	2.82	1.82	0.83
FE _{ox}	1.15	1.19	0.92	0.98
AL _{ox} + ½ FE _{oc}	3.24	3.41	2.28	1.32

Unidades No Diferenciadas

a) Terrazas aluviales Recientes de los Ríos de la Precordillera

ES – 1

Corresponde a suelos de arenas gruesas, contaminados con cenizas volcánicas, de textura superficial areno francosa, profundos, casi planos con 1 a 3% de pendiente y bien drenado. Se clasifica como:

Capacidad de uso	:	III _s 0	Clase de drenaje	:	5
Categoría de riego	:	3 _s	Aptitud frutal	:	C
Erosión actual	:	0	Aptitud agrícola	:	3

ES – 2

Corresponde a suelos de arenas basálticas gruesas, de textura superficial areno francosa, ligeramente profundos, planos y de drenaje excesivo. Se clasifican en:

Capacidad de uso	:	IV _s 0	Clase de drenaje	:	6
Categoría de riego	:	4 _s	Aptitud frutal	:	E
Erosión actual	:	0	Aptitud agrícola	:	4

ES – 3

Corresponde a suelos de arenas basálticas gruesas, de textura superficial areno francosa, ligeramente profundos, casi planos con 1 a 3% de pendiente, disectado, con ligera rocosidad y drenaje excesivo. Se clasifica en:

Capacidad de uso	:	IV _s 0	Clase de drenaje	:	6
Categoría de riego	:	6	Aptitud frutal	:	E
Erosión actual	:	0	Aptitud agrícola	:	6

ES – 4

Corresponde a suelos de textura superficial arenosa, ligeramente profundos, ligeramente ondulados con 2 a 5% de pendiente, con abundante rocosidad y drenaje excesivo. Se clasifica como:

Capacidad de uso	:	VII _s 0	Clase de drenaje	:	6
Categoría de riego	:	6	Aptitud frutal	:	E
Erosión actual	:	0	Aptitud agrícola	:	7

Misceláneo Quebrada

MQ

Corresponde a terrenos de pendientes abruptas, susceptibles a erosionarse y presentar en su cauce piedras y bolones abundantes. Prerrenta generalmente una buena a regular vegetación arbustiva que evita los procesos erosivos y que deben mantenerse como terrenos de protección. Se clasifica en:

Capacidad de uso	:	VII _e 1	Clase de drenaje	:	6
Categoría de riego	:	6	Aptitud frutal	:	E
Erosión actual	:	2	Aptitud agrícola	:	8

Terrenos Rocosos

R

Corresponde a terrenos con afloramientos rocosos y cubiertos de bolones y piedras, dejando entre ellos suelos delgados y de texturas gruesas. Ocupa una topografía variable de lomajes a cerros y montañas, con pendientes de 20 a más de 50%. Se clasifica en:

Capacidad de uso	:	VIII	Clase de drenaje	:	6
Categoría de riego	:	6	Aptitud frutal	:	E
Erosión actual	:	1	Aptitud agrícola	:	8

Misceláneo Escoria Volcánica

ML

Corresponde a campos o flujos de lavas, generalmente desprovistos de vegetación, aunque existen sectores recubiertos por una capa de cenizas volcánicas recientes, cuyo espesor fluctúa desde unos pocos cm hasta 40 cm. Donde existe ceniza se presenta una vegetación arbórea. Se clasifica como:

Capacidad de uso	:	VIII	Clase de drenaje	:	6
Categoría de riego	:	6	Aptitud frutal	:	E
Erosión actual	:	0	Aptitud agrícola	:	8

Asociaciones de Suelo

a) Serie Los Nevados, franco arenosa gruesa: LNV

El pedón representativo de uno de los componentes de la Asociación Los Nevados es un miembro de la Familia cinerítica, métrica de los Acrudoxic Hapludands (Andisol).

Suelos desarrollados a partir de cenizas volcánicas, moderadamente profundos, que se ubica en la zona de la Cordillera Andina a alturas de 900 a 1.200 msnm. De textura superficial franco arenosa y color pardo grisáceo muy oscuro en el matiz 10YR; de textura arenosa y color pardo oscuro en matiz 10YR en profundidad. Substrato de gravas escoriáceas. Suelo de topografía de cerros con pendientes dominantes de 30 a 50%, permeabilidad moderadamente rápida y drenaje excesivo.

CARACTERÍSTICAS SERIE DE SUELOS LOS NEVADOS	
PROFUNDIDAD (CM)	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MORFOLÓGICAS DE PEDÓN
0 – 20 A ₁	PARDO GRISÁCEO MUY OSCURO (10YR 3/2) EN HÚMEDO; FRANCO ARENOSA GRUESA; NO PLÁSTICO Y NO ADHESIVO; SUELTO, MUY FRIABLE, ESTRUCTURA DE BLOQUES SUBANGULARES MEDIOS, DÉBILES. RAÍCES FINAS ABUNDANTES. LÍMITE LINEAL CLARO.
20 – 42 AC ₁	PARDO AMARILLENTO OSCURO (10YR 3/2) EN HÚMEDO; FRANCO ARENOSA GRUESA; NO PLÁSTICO Y NO ADHESIVO; SUELTO, MUY FRIABLE, GRANO SIMPLE. RAÍCES FINAS ABUNDANTES. GRAVAS GRUESAS Y MEDIAS ESCASAS. LÍMITE ONDULADO, GRADUAL.
42 – 80 AC ₂	PARDO OSCURO (10YR 3/3) EN HÚMEDO; ARENO FRANCOSO; NO PLÁSTICO Y NO ADHESIVO; SUELTO, MUY FRIABLE; GRANO SIMPLE. RAÍCES FINAS AISLADAS. GRAVAS FINAS Y MEDIAS ESCASAS. LÍMITE LINEAL, ABRUPTO.
80 Y MÁS C	GRAVA ESCORIÁCEA DE ORIGEN VOLCÁNICO.

Rango de Variaciones

En el horizonte A1 el color puede variar a pardo muy oscuro o negro en el matiz 10YR; la textura puede ser franco arenosa o franco arenosa fina.

En el horizonte AC1 el color puede ser pardo oscuro en el matiz 7,5YR, pardo amarillento oscuro a pardo grisáceo muy oscuro en el matiz 10YR, ocasionalmente en el sector sureste de la hoya del río Pucón es de color gris muy oscuro en el matiz 10YR. La textura puede variar a franco arenosa o franco limosa, variando su estructura a bloques subangulares medios y gruesos.

En el horizonte AC2 la textura puede variar a franco arenosa o franco limosa; pudiendo además existir una mayor abundancia de grava escoriácea. El color puede variar de pardo a pardo oscuro en el matiz 7,5 o pardo amarillento oscuro en el matiz 10YR. Cuando la textura es media, la estructura es de bloques subangulares.

En algunos sectores se encuentra un depósito superficial de grava escoriácea fina de hasta 20 cm. En el perfil el suelo puede presentar estratas intermedias de gravas escoriáceas de 10 a 15 cm. El substrato puede ser arenisca o arcilla con gravas.

Suelos en posición de lomajes y cerros con pendientes dominantes de 20 a 50%.

Variaciones de la Asociación Los Nevados

LNV - 1

Representa a la Asociación y corresponde a suelos de textura superficial franco arenosa gruesa, moderadamente profundos, en topografía de cerros con 30 a 50% de pendiente y de drenaje excesivo. Se clasifica como:

Capacidad de uso	:	VIIel	Clase de drenaje	:	6
Categoría de riego	:	6	Aptitud frutal	:	E
Erosión actual	:	0	Aptitud agrícola	:	7

LNV - 2

Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa gruesa, moderadamente profunda, suavemente ondulada con 5 a 8% de pendiente y excesivamente drenada. Se clasifica en:

Capacidad de uso	:	IVel	Clase de drenaje	:	6
Categoría de riego	:	4t	Aptitud frutal	:	E
Erosión actual	:	0	Aptitud agrícola	:	4

LNV - 3

Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa gruesa, moderadamente profunda, en topografía de lomajes con 20 a 30% de pendiente y excesivamente drenada. Se clasifica en:

Capacidad de uso	:	VIel	Clase de drenaje	:	6
Categoría de riego	:	6	Aptitud frutal	:	E
Erosión actual	:	0	Aptitud agrícola	:	6

LNV - 4

Corresponde a la Fase de textura superficial franco arenosa gruesa, moderadamente profunda, en topografía de cerro con 30 a 50% de pendiente, severamente erosionada y excesivamente drenada. Se clasifica en:

Capacidad de uso	:	VIIel	Clase de drenaje	:	6
Categoría de riego	:	6	Aptitud frutal	:	E
Erosión actual	:	3	Aptitud agrícola	:	7

CARACTERÍSTICAS SERIE DE SUELOS ASOCIACION LOS NEVADOS				
PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y FÍSICO – QUÍMICAS DEL SUELO				
Profundidad	0 - 20	20 - 42	42 - 80	80 Y MÁS
DISTRIBUCIÓN DE PARTÍCULAS POR TAMAÑO %				
<2				
2 –1	2.9	2.7	20.9	43.2
1 – 0.5	7.8	2.9	12.7	18.8
0.5 – 0.25	11.9	9.0	10.7	6.2
0.25 – 0.10	23.5	22.0	15.9	6.9
0.10 – 0.05	15.8	19.9	11.3	9.2
2.0 – 0.05	62.1	56.6	71.6	84.3
0.05 – 0.002	25.2	36.0	21.0	15.0
< 0.002	12.6	7.3	7.4	0.7
TEXTURA	FA	FA	FA	AF
DENSIDAD APARENTE G/M ³	0.72	0.76	1.05	1.14
HUMEDAD RETENIDA 33 KPA%	34.6	30.6	24.8	18.2
HUMEDAD RETENIDA 1500 KPA%	31.2	21.6	16.3	8.5
HUMEDAD APROVECHABLE %	3.4	9.0	8.5	9.7
CARBONO ORGÁNICO %	9.28	4.19	1.55	0.30
MATERIA ORGÁNICA %				
PH H ₂ O	5.9	6.1	6.1	6.1
RETENCIÓN DE P%	97	100	97	81
COMPLEJO DE CAMBIO (CMOL+/KG)				
CA	0.65	0.29	0.24	0.24
Mg	0.25	0.10	0.06	0.05
K	0.11	0.03	0.01	0.01
NA	0.08	0.04	0.02	0.02
AL	0.42	0.00	0.00	0.00
SUMA DE BASES	1.09	0.46	0.33	0.32
CAPACIDAD TOTAL INTERCAMBIO	26.9	22.1	10.2	6.2
CICE (CIC EFECTIVA)	1.51	0.46	0.33	0.32
SATURACIÓN DE BASES %	4	2	3	5
SATURACIÓN DE AL %	27.8	0.00	0.00	0.00
AL _{ox}	1.77	3.45	2.85	2.01
FE _{ox}	1.09	1.32	0.92	1.18
AL _{ox} + ½ FE _{oc}	2.31	4.11	3.31	2.60

b) Serie Caburgua franco limosa. CBG

El pedón representativo de uno de los componentes de la Asociación Caburgua es un miembro de la Familia medial, mélica de los Typic Hapludands (Andisol).

Estos suelos se ubican en la zona de la Cordillera Andina en alturas de 600 a 1.400 m.s.n.m. profundos, desarrollados a partir de cenizas volcánicas. De textura superficial franco limosa y color pardo muy oscuro en el matiz 10YR; de textura franco limosa, de color pardo oscuro a pardo amarillento oscuro en matices 7,5 YR a 10 YR en profundidad. La permeabilidad es moderada, de topografía de montañas con pendientes de 30 a 50% y bien drenados.

CARACTERÍSTICAS SERIE DE SUELOS CABURGUA	
PROFUNDIDAD (CM)	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MORFOLÓGICAS DE PEDÓN
0 – 28 A ₁	PARDO MUY OSCURO (10YR 2/2) EN HÚMEDO; FRANCO LIMOSA; LIGERAMENTE PLÁSTICO Y LIGERAMENTE ADHESIVO; SUELTO, MUY FRIABLE; ESTRUCTURA GRANULAR FINA Y MEDIA, MODERADA. RAÍCES FINAS Y MEDIAS ABUNDANTES. LÍMITE LINEAL.
28 – 65 B ₁	PARDO OSCURO (7.5YR 3/2 A 3/3) EN HÚMEDO; FRANCO LIMOSA; LIGERAMENTE PLÁSTICO Y LIGERAMENTE ADHESIVO; SUELTO, MUY FRIABLE; ESTRUCTURA GRANULAR FINA Y MEDIA, MODERADA. RAÍCES FINAS Y MEDIAS ABUNDANTES. LÍMITE LINEAL, CLARO.
65 – 120 Y MÁS B ₂	PARDO OSCURO A PARDO AMARILLENTO OSCURO (7,5YR 3/4 A 10YR 3/4) EN HÚMEDO; FRANCO LIMOSA; LIGERAMENTE PLÁSTICO Y LIGERAMENTE ADHESIVO; SUELTO, MUY FRIABLE; ESTRUCTURA DE BLOQUES SUBANGULARES MEDIOS Y GRUESOS, DÉBILES. RAÍCES FINAS ESCASAS.

Rango de Variaciones

En el horizonte A1 el color puede variar a pardo grisáceo muy oscuro en matices 10YR; la textura puede ser franco arenosa fina.

En el horizonte B1 el color puede ser pardo amarillento oscuro o pardo oscuro en matices 10YR; la textura puede variar a franco arenosa.

En el horizonte B2 el color puede variar a pardo oscuro o pardo amarillento oscuro en matices 10YR, con valores 3 ó 4 y cromos 3 a 4; la textura puede ser franco arcillo limosa. Esta estrata puede ser más delgada, descansando a 90cm sobre grava escoriácea de origen volcánico.

Se ubican en la zona precordillerana y cordillera Andina, en topografía de lomajes y cerros, generalmente con pendientes mayores de 15%.

Variaciones de la Asociación Caburgua

CBG - 1

Representa a la Asociación y corresponde a suelos de textura superficial franco limosa, profundos, en topografía de cerros con de 30 a 50% de pendiente y bien drenados. Se clasifica como:

Capacidad de uso	:	VIIel	Clase de drenaje	:	5
Categoría de riego	:	6	Aptitud frutal	:	E
Erosión actual	:	0	Aptitud agrícola	:	7

CBG - 6

Corresponde a la Fase de textura superficial franco limosa, profunda, en topografía de lomajes con 20 a 30% de pendiente y bien drenado. Se clasifica en:

Capacidad de uso	:	VIel	Clase de drenaje	:	5
Categoría de riego	:	6	Aptitud frutal	:	E
Erosión actual	:	0	Aptitud agrícola	:	6

CBG - 9

Corresponde a la Fase de textura superficial franco limosa, profunda, en topografía de cerros con 30 a 50% de pendiente, con severa erosión y bien drenada. Se clasifica en:

Capacidad de uso	:	VIIel	Clase de drenaje	:	5
Categoría de riego	:	6	Aptitud frutal	:	E
Erosión actual	:	3	Aptitud agrícola	:	7

c) Serie Molco, franco limosa. MOL

La serie Molco es un miembro de la Familia medial, méscica de los Typic Hapludands (Andisol). Suelo profundo, formado por cenizas volcánicas, de textura superficial franco limosa y de color pardo oscuro en matices 7.5 YR; de textura franco limosa y color pardo a pardo oscuro en el matiz 7.5YR, en profundidad. El substrato se presenta a más de 100 cm de profundidad, es de origen fluvio-glacial y aparecen gravas redondeadas, piedras y bolones ocasionalmente, no está compactado. La topografía es suavemente ondulada con pendientes de 5 a 8%, de permeabilidad moderada y buen drenaje.

CARACTERÍSTICAS SERIE DE SUELOS MOLCO	
PROFUNDIDAD (CM)	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MORFOLÓGICAS DE PEDÓN
0 – 25 A ₁	PARDO OSCURO (7.5YR 3/2) EN HÚMEDO; FRANCO LIMOSA; NO PLÁSTICO Y NO ADHESIVO; FRIABLE; SUELTO; ESTRUCTURA GRANULAR FINA Y MEDIA. LÍMITE LINEAL, CLARO.
25 – 55 B ₁	PARDO OSCURO (7.5YR 3/3) EN HÚMEDO; FRANCO A FRANCO LIMOSA; NO PLÁSTICO Y ADHESIVO; FRIABLE; ESTRUCTURA DE BLOQUES SUBANGULARES FINOS, MODERADOS. LÍMITE LINEAL, CLARO.
55 – 120 Y MÁS B ₂	PARDO (7YR 4/3 A 4/4) EN HÚMEDO; FRANCO LIMOSA; LIGERAMENTE PLÁSTICO Y LIGERAMENTE ADHESIVO; FRIABLE; ESTRUCTURA DE BLOQUES SUBANGULARES GRUESOS, MODERADOS. LÍMITE ONDULADO A QUEBRADO, CLARO.

Se observan gravas y piedras (bolones) de origen fluvio-glacial en la superficie y/o perfil, escasas.

Rango de Variaciones

En el horizonte A1 el color puede variar a pardo muy oscuro en matices 10YR.

En el horizonte B1 la textura puede variar a franco arenosa, con gravilla fina común. El color varía a pardo oscuro en el matiz 7.5 YR con valor 3 y cromo 2.

El horizonte B2 la textura es franco limosa, con gravilla fina común, varía a franco arenosa.

Substrato puede ser de escoria volcánica.

Este suelo se presenta en topografía con pendientes de 5 a 30%; también se presenta en topografía casi plana con pendiente de 1 a 3% y se ubica al sur del Lago Villarrica y frente al él en posición alta.

Ocupa una posición de piedmont y lomajes suaves con pendientes de 5 a 30%.

Variaciones de la serie Villarrica

MOL - 2

Corresponde a la Fase de textura superficial franco limosa, profunda, moderadamente ondulada con 8 a 15% de pendiente y bien drenada. Se clasifica como:

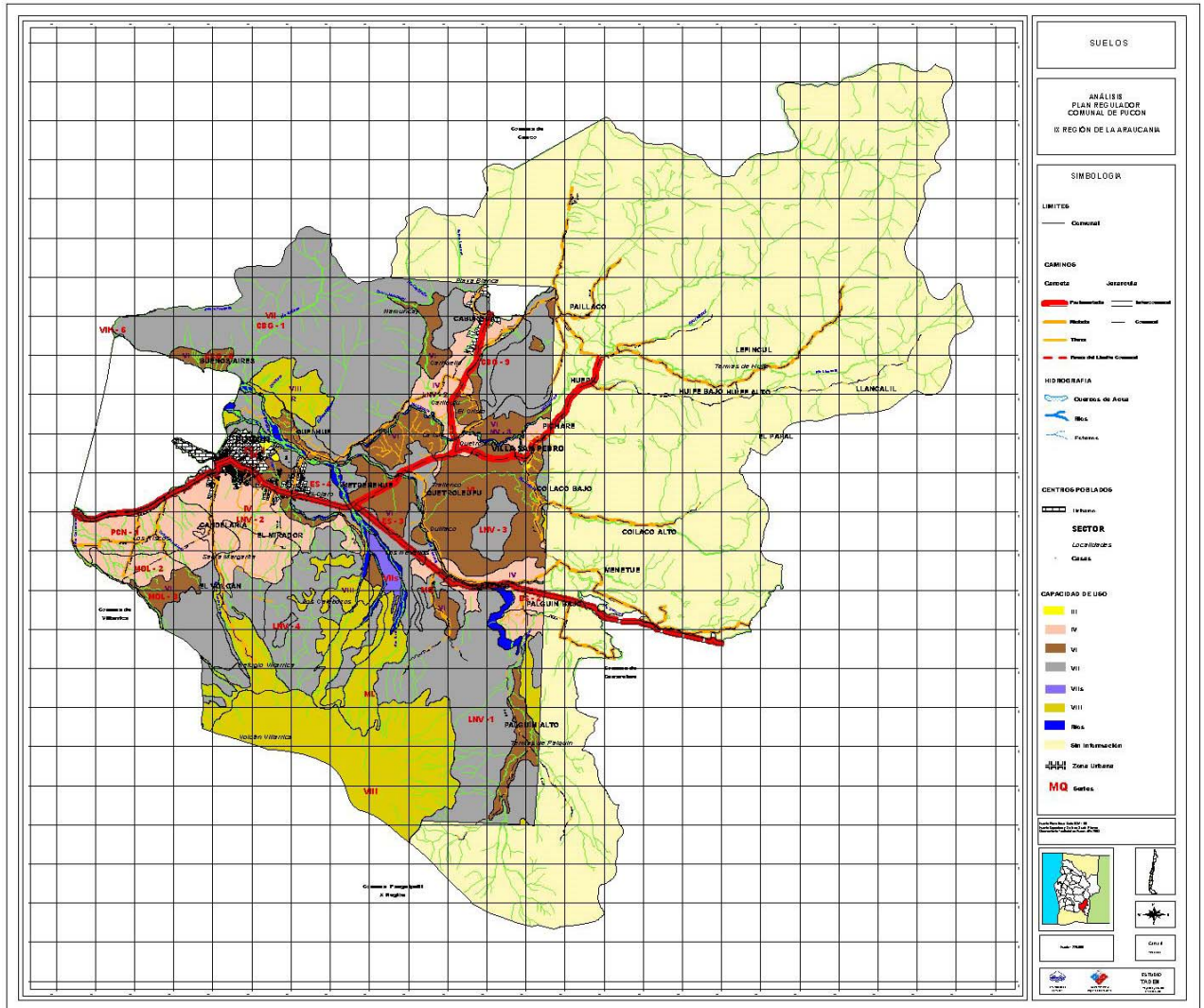
Capacidad de uso	:	IVel	Clase de drenaje	:	5
Categoría de riego	:	4t	Aptitud frutal	:	D
Erosión actual	:	0	Aptitud agrícola	:	4

MOL - 3

Corresponde a la Fase de textura superficial franco limosa, profunda, de topografía de lomajes con 20 a 30% de pendiente y bien drenada. Se clasifica en:

Capacidad de uso	:	VIel	Clase de drenaje	:	5
Categoría de riego	:	6	Aptitud frutal	:	D
Erosión actual	:	0	Aptitud agrícola	:	4

CARTA DE SUELOS



3.6 VEGETACIÓN

Comunidades Vegetacionales

Según Gajardo (Clasificación de la Vegetación Natural de Chile) (1995) y Donoso (Tipos Forestales de los Bosques Nativos de Chile, 1981) la composición de la vegetación obedece el siguiente patrón de distribución altitudinal:

- Hasta los 500 m.s.n.m., predominan los Bosques laurifolios con emergentes de *Nothofagus obliqua*.
- Hasta los 1.000 m.s.n.m., existe una Pluviselva valdiviana con *Nothofagus dombeyi*, *Nothofagus alpina*, *Eucryphia cordifolia* y *Laureliopsis philippiana*.
- Hasta 1.350 m.s.n.m, predomina la Pluviselva de montaña con *Nothofagus dombeyi*.
- Hasta 1.600 m.s.n.m, Bosque caducifolio subantártico de *Nothofagus pumilio* y *Nothofagus antarctica*, parcialmente con *Araucaria araucana*.

Además, según la clasificación de Gajardo, la vegetación ordena a través de las formas de vida y composición florística, en la cual la delimitación del nivel superior corresponde según criterios de topografía y de formaciones vegetacionales a la *Región*. El segundo y tercer nivel corresponden a *Sub-Región* y a *Unidades Vegetacionales*, las cuales se basan en criterios climáticos, edáficos y de altura. El cuarto nivel, es el de *Comunidad Típica*, el cual está caracterizado por la composición de especies.

Por tanto, según esta clasificación en la comuna de Pucón existen tres Asociaciones Vegetacionales¹ principales:

Bosque caducifolio del sur, perteneciente a la Región del bosque caducifolio, Sub-Región del bosque caducifolio del Llano. Posee las siguientes asociaciones vegetales:

- *Nothofagus obliqua-Laurelia sempervirens* (Roble – Laurel), la cual se ubica principalmente en lomajes de origen morrénico formando pequeños bosquetes. Las especies principales son *Laurelia sempervirens*, *Nothofagus obliqua* y *Persea lingue*. Las especies acompañantes corresponden: *Aextoxicon punctatum* “Olivillo”, *Bleschnum auriculatum* “helecho palmilla”, *Chusquea quila* “quila”, *Cissus striata* “pilpil voqui”, *Gevuina avellana* “avellana”, *Lapageria rosea* “Copihue”, *Luma apiculata* “Arrayán”, *Luzuriaga radicans* “Quillaneja”, *sarmienta repens* “medallita”.
- *Nothofagus obliqua-Podocarpus saligna* (Roble – Mañío de hojas largas). Las especies principales son *Nothofagus obliqua* y *Podocarpus saligna*. Las especies acompañantes corresponden: *Aristotelia chilensis* “Maqui”, *Chusquea quila* “quila”, *Gevuina avellana* “avellana”, *Lomatia hirsuta* “Radal”.
- *Aextoxicum punctatum-Laurelia sempervirens* (Olivillo – Laurel), la cual se ubica en laderas sombrías y en el fondo de quebradas. Las especies principales son *Aextoxicum punctatum*. Las especies acompañantes corresponden: *Amomyrtus luma* “Luma”, *Aristotelia chilensis* “Maqui”, *Azara lanceolata* “aromo”, *Chusquea quila* “quila”, *Cissus striata* “pilpil voqui”, *Gevuina avellana* “avellana”, *Lapageria rosea* “Copihue”, *Laurelia sempervirens* “Laurel”, *Nothofagus obliqua* “Roble”, *Pseudopanax valdiviense* “curaco”.

Bosque caducifolio mixto de la Cordillera de los Andes, perteneciente a la Región del bosque caducifolio, Sub-Región del bosque caducifolio Andino. Se ubican en un sector altitudinal de la C.

¹ La asociación vegetal o comunidad tipo, representa una agrupación local, que es el resultado de condiciones específicas del ambiente, donde es posible establecer la presencia de un especie o un grupo de especies características para estas condiciones. En general se expresa en la existencia de una colectividad vegetal cuya combinación de especies es relativamente constante y que presenta un aspecto o fisionomía típicos.

de los Andes, con características húmedas y de bajas temperaturas. Posee las siguientes Asociaciones Vegetales:

- Nothofagus oblicua-Nothofagus donbeyi (Roble – Coigüe), la cual se ubica principalmente en lomajes de origen morrénico formando pequeños bosquetes. Las especies principales son *Chusquea culeu* “colihue”, *Gualteria phyllyreaefolia* “chaura”, *Maytenus magellanica* “leña dura”, *Nothofagus alpina* “Raulí”, *Pseudopanax laetevirens* “sauco del diablo”.
- Aextoxucum punctatum-Laurelia sempervirens (Olivillo – Laurel).

Bosque Caducifolio Alto-Andino con Araucaria, perteneciente a la Región del Bosque Andino-Patagónico, Sub-Región de la Cordillera de Araucanía. Corresponde al bosque de araucaria-lenga, distribuidas por laderas altas y cumbres de los macizos cordilleranos. Posee las siguientes Asociaciones Vegetales:

- Araucaria araucana-Nothofagus pumilio (Araucaria-Lenga), ubicada en el nivel altitudinal superior. Las especies principales son *Araucaria araucana-Nothofagus pumilio* y las especies acompañantes corresponden: *Adenocaulon chilense*, *Pseudopanax laetevirens* “sauco del diablo”, *Codonorchis lessonii* “palomita”, *Chusquea culeu* “colihue”, *lycopodium magellanicum* “pinpinela”, *Maytenus disticha* “Maitén chico”.



- Araucaria araucana-Nothofagus donbeyi (Araucaria-Coigüe), ubicada en los sectores medios de las laderas occidentales de la C. de los Andes. Las especies representativas son *Adenocaulon chilense*, *Araucaria araucana*, *legenophora hirsuta*, *Nothofagus donbeyi*, *Pseudopanax laetevirens* “sauco del diablo”. Y las especies acompañantes corresponde a: *Chusquea culeu* “colihue”, *Desfontainia spinosa* “taique”, *Drimis winteri var andina* “canelillo”, *Libertia ixioides* “calle-calle”, *Myosilos oblonga* “codocoipu”.
- Nothofagus pumilio-Nothofagus antártica. Las especies representativas corresponden a: *Escallonia alpina*, *Nothofagus antártica* “ñirre”, *Nothofagus pumilio* “lenga”, las especies acompañantes son: *Maytenus disticha* “maitén chico”, *Pernettya myrtilloides* “chaura”, *Viola maculata* “pichudén”.

La clasificación de Donoso (1981), tiene una orientación con fines de manejo forestal productivo, en su clasificación se definen 12 Tipos Forestales según la composición de las especies dominantes del estrato arbóreo superior. Basándose en esta clasificación la comuna de Pucón presenta 5 Tipos Forestales, cuya distribución obedece preferentemente al patrón latitudinal señalado anteriormente y a las condiciones edafo-climáticas presentes en cada nivel. En este esquema los tipos forestales de la comuna siguen en el siguiente orden:

- Tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe.
- Tipo Forestal Coigüe-Raulí-Tepa.
- Tipo Forestal Siempreverde.
- Tipo Forestal Lenga.
- Tipo Forestal Araucaria.

Según el Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile (CONAF-CONAMA-BIRF 1997), el tipo forestal más ampliamente representado corresponde al tipo Roble-Raulí-Coigüe

y en segundo término al tipo Coigüe-Raulí-Tepa, si bien en proporción a otras comunas de la novena región existe una pequeña superficie con el tipo forestal Araucaria, esta es altamente relevante en la comuna considerando que en esta micro-zona termina la distribución latitudinal de la especie. En la tabla se presentan las superficies de representación de cada tipo forestal.

TIPO FORESTAL	SUPERFICIE (HECTÁREAS)	PORCENTAJE
ROBLE-RAULÍ-COIGÜE	25.742,8	37,8
COIGÜE-RAULÍ-TEPA	19.795,1	29,1
LENGA	10.065,4	14,8
SIEMPREVERDE	428,4	0,6
ARAUCARIA	12.073,5	17,7
TOTAL	68.105,2	100%

Fuente: CONAF - CONAMA - BIRF, 1997.

En toda la comuna se observa que el recurso bosque nativo predomina sobre las plantaciones forestales exóticas, siendo uno de los principales atractivos turísticos ofertados, junto con la geomorfología del lugar. A parte de los tipos forestales antes mencionados, se destaca también vegetación herbácea, que también brinda un atractivo especial a los sectores, como en el caso de estas orquídeas encontradas en orillas de camino hacia Caburgua.



Retama (*Spartium junceum*) en orillas de camino

También destacan las alstroemerias y otro tipo de herbáceas, que si bien no se encuentran en los catastros, otorgan cierta identidad a los sectores rurales.

Citando algunas de las especies alóctonas de importancia, la retama es muy común en las orillas de camino. Se encuentra asilvestrada y su efecto "borde" sobre los sectores de importancia ecológica, así mismo sobre las áreas protegidas del SNASPE, debe ser considerado, cuando se planifican áreas de amortiguación.



Orquídeas chilenas (*Clhorea multiflora*) camino a San Pedro.

La comuna de Pucón posee una superficie de 142.900 has, (1.429 km²) de las cuales 62.144.36 has pertenecen a superficie forestal, representadas en un 97,8% por bosques naturales y un 1,9% por bosques artificiales²².

La propiedad de estos bosques pertenece en un 64,6% al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), correspondientes al Parque Nacional Villarrica, Parque Nacional

²² Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile (CONAF-CONAMA-BIRF 1997), y la actualización mediante imágenes satelitales LANDSAT 7TM (1999)

Huerquehue al cual se le han adicionado el sector de Panqui 1 y Panqui 2, Reserva Nacional Villarrica, y dos zonas ubicadas en el sector Llafenco (CONAF 2003)

UPERFICIE VEGETACIÓN COMUNAL			
TIPO DE BOSQUES		SUPERFICIE	% DEL TOTAL
PLANTACIONES FORESTALES		1.608,73	2,6%
BOSQUE NATIVO		60.535,63	97,4%
TOTAL		62.144,36	100,0%
ÁREAS SILVESTRES PROTEGIDAS DEL ESTADO			
PARQUE NACIONAL VILLARRICA		16.486	41%
PARQUE NACIONAL HUERQUEHUE		9.214	22,9%
SECTOR PANQUI 1		6.218	15,5%
SECTOR PANQUI 2		1.601	4%
RESERVA NACIONAL VILLARRICA		6.633	16,6%
SECTOR LLAFENCO		11	0,02
TOTAL		40.163	100%

Fuente: CONAF-CONAMA-BIRF,1997; Imágenes satelitales LANDSAT 7 TM, 1999; CONAF 2003.

El resto de la superficie rural poseedora de recursos forestales, corresponde en su mayoría, según el Censo Agropecuario (INE-ODEPA-CIREN 1997) a propietarios minifundistas silvoagropecuarios, de cuyos predios un 70% posee superficies entre los rangos de (0,1-4,00) ha. a (32,10-64,00) ha, en tanto que el 30% restante posee superficies entre rangos de (32,10-64,00) ha a (64,10-3200,00) ha.

Según los datos encontrados en el Catastro de Bosque Nativo²³, si se comparan los años 1994, 1999 y 2003, podemos desglosar el siguiente análisis:

DATOS DE SUPERFICIE DE LOS AÑOS 1994, 1999 Y 2003 SEGÚN CATEGORÍAS DE USO

CATEGORÍAS DE USO	AÑO 1994 SUPERFICIE (HÁ)	AÑO 1999 SUPERFICIE (HÁ)	AÑO 2003 SUPERFICIE (HÁ)
Áreas sin Vegetación			
Áreas sin Vegetación		11486,73	4775,60
Afloramientos Rocosos	604,02		
Ciudad-Pueblos	266,16		368,72
Corridas Lava Escoriales	6021,58		13951,95
Nieves	1134,13	2864,91	2069,00
Playas y Dunas	170,14	167,88	66,55
Terrenos sobre Limite Vegetación	814,65		
Estepa Andina			42,78
Subtotal	9.010,68	14.519,52	21.274,60

Bosque Nativo	Año 1994 SUPERFICIE (HÁ)	Año 1999 SUPERFICIE (HÁ)	Año 2003 SUPERFICIE (HÁ)
Achaparrado Abierto	10,46		
Achaparrado Denso	3014,30		

²³ Catastro Bosque Nativo. CONAF - CONAMA - BIRF, 1997

Achaparradop Semi Denso	239,40		
Bosque Secundario		8.476,96	
Adulto Renoval Abierto	157,23		
Adulto Renoval Semidenso	1689,69		
Adulto Denso	28734,57		
Adulto Semidenso	4429,94		
Adulto Renoval Denso	5366,19		
Adulto		373235,404	375513,498
Renoval		69.785,733	115.571,419
Abierto	800,99		
Plantación Abierto	31,88		
Plantación Semidenso	167,50		
Subtotal	44.642,15	451.498,0960	491.084,9170

Fuente: Catastro Bosque Nativo, años 1994, 1999, 2003 CONAF-CONAMA

La superficie total de bosque nativo aumenta entre los años 1999 y 2003. Se observa que la cobertura de renoval nativo aumenta en aproximadamente 46.000 há. La superficie de Bosque Nativo Adulto no aumenta significativamente, sin embargo no disminuye.

CATEGORÍAS DE USO	AÑO 1994 SUPERFICIE (HÁ)	AÑO 1999 SUPERFICIE (HÁ)	AÑO 2003 SUPERFICIE (HÁ)
Plantaciones			
Exóticas Asilvestradas	143,86		
Bosque Secundario con Exóticas		164,70	9323,99
Plantación	997,61	1004,31	3461,87
Plantación Joven o Cosecha		161,74	339,58

Fuente: Catastro Bosque Nativo, años 1994, 1999, 2003 CONAF-CONAMA

Las plantaciones exóticas aumentan en aproximadamente 2.000 hectáreas y las plantaciones jóvenes o cosechas aumentan en una misma proporción.

CATEGORÍAS DE USO	AÑO 1994 SUPERFICIE (HÁ)	AÑO 1999 SUPERFICIE (HÁ)	AÑO 2003 SUPERFICIE (HÁ)
Matorrales		11247,127	12557,918
Matorral Abierto	1778,71		
Matorral Arborecente Abierto	937,03		
Arborecente Denso	1105,14		
Arborecente Semidenso	596,18		
Matorral Denso	2738,29		
Pradera Abierto	425,20		
Pradera Semidenso	4185,40		
Matorral Pradera		524,78	146,12

Subtotal	11.765,96	11.771,90	12.704,04
-----------------	------------------	------------------	------------------

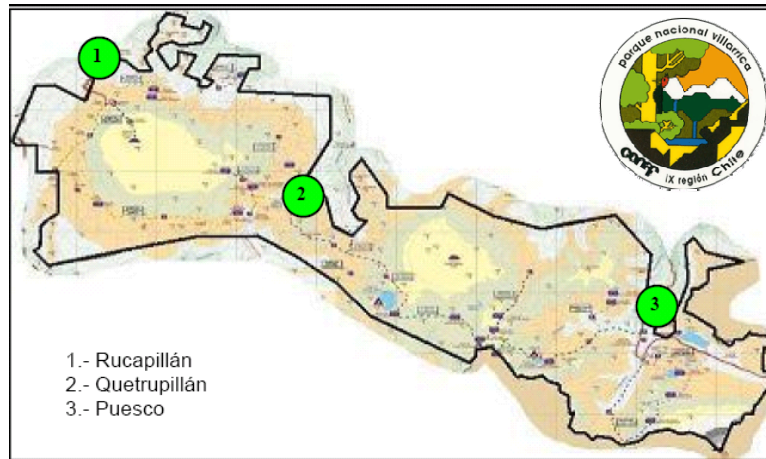
Fuente: Catastro Bosque Nativo, años 1994, 1999, 2003 CONAF-CONAMA

Entre los años 1994 y 2003, la superficie cubierta con praderas no muestra un cambio drástico, sin embargo entre los años 1999 y 2003 presenta un aumento de aproximadamente 1.000 hectáreas.

AREAS SILVESTRES PROTEGIDAS:

PARQUE NACIONAL VILLARRICA

La superficie del parque se extiende en las Regiones IX y X, formando parte de la provincia de Cautín en sus comunas Villarrica, Pucón y Curarrehue en la IX Región, y de la provincia de Valdivia en su comuna de Panguipulli en la X Región. Sin embargo el 70% de las 63.000há de éste se sitúan en la IX Región y está próximo a ciudades turísticas, como Pucón (CONAF, 1987). El Parque se divide en tres grandes zonas: Rucapillán, emplazado en las comunas de Villarrica y Pucón y Quetrupillán y Puesco, en el borde oriental de la IX región y norte de la X región.



Por ubicación el Parque Nacional está en una zona fronteriza con la República Argentina, por lo cual su deslinde Este, es parte de la línea fronteriza. Todo el territorio del Parque Nacional está en la cordillera andina y sus coordenadas corresponden a las siguientes: desde los 39° 21' hasta los 39° 39' de latitud Sur y desde los 72° 21' hasta los 72° 03' de longitud Este (CONAF, 1987).

El Parque Nacional en conjunto con los lagos Villarrica, Calafquén y Caburgua forma un núcleo muy atractivo como área turística fundamental del país. Además, el hecho que exista una ruta internacional hace que el Parque y la zona turística en general queden unidas con los lagos argentinos, y cercano a San Martín de los Andes y San Carlos de Bariloche, zonas turísticas de importancia del país vecino lo que puede formar una especie de alianza estratégica para la zona (CONAF, 1987).

El territorio que fue designado como Parque Nacional por Decreto Supremo N° 2236 de Noviembre de 1940 del Ministerio de Tierras y Colonización (actual Ministerio de Bienes Nacionales) no se identificó con un nombre específico; sin embargo desde esa fecha se conoce con el nombre de Parque Nacional Villarrica (CONAF, 1987).

El Parque presenta una topografía abrupta, dominada por altas cumbres que se ubican en la dirección sureste a noroeste, formando una especie de rama lateral de la Cordillera de los Andes. Esta rama tiene tres planos generales de vertientes: norte, oeste y sur. De ellas la mayor y de más importancia, es la vertiente norte, por el número de quebradas existentes, por la magnitud de ellas y por los caudales hídricos que aporta (CONAF, 1987).

Las cumbres más altas en el parque corresponden a los volcanes Villarrica, Quetrupillán y Latín: volcán Villarrica 2.847m, volcán Quetrupillán 2.360m y volcán Lanín 3.747m. Dos de estos imponentes rasgos geomorfológicos, el Lanín y el Villarrica, dan las características a la topografía del parque en sus extremos sureste y noroeste. Cabe señalar que el volcán Lanín está en la línea fronteriza y por ese hecho solamente un cuarto de su cono pertenece a Chile (CONAF, 1987).

En el sector central del parque la topografía es ligeramente diferente porque aquí se encuentra el Quetrupillán que es una caldera volcánica en forma de cono truncado. Esta situación hace a este sector un tanto mas bajo y presentar un aspecto de altiplano cordillerano de terreno ondulado a quebrado (CONAF, 1987).

La Carta de Uso Potencial de los Recursos Naturales, Provincia de Cautín cataloga los suelos del parque en dos clases (CONAF, 1987):

- Suelos sin aptitud, los cuales ocupan alrededor del 64,4% de la superficie total del parque y corresponden a los volcanes, sus faldeos y altas cumbres.
- Suelos de aptitud forestal que ocupan alrededor del 35,6% de la superficie total del parque. La clasificación agrega que son suelos que tienen serias limitantes de uso debido a que poseen una severa topografía y debido a las condiciones extremas del clima.

La vegetación presente en el Parque Nacional Villarrica se puede clasificar dentro de dos regiones ecológicas: Región Ecológica Bosques Andino-Patagónicos, presente en 85 a 90% de la superficie del parque y la Región Ecológica Bosques Caducifolios presentes en 10 a 15% de la superficie restante (CONAF, 1987).

- Región Ecológica de los Bosques Andino-Patagónicos: esta región encuentra en el parque una significativa representación en la sub-región de la Cordillera de la Araucanía y dentro de ésta, en la Formación Vegetal Bosques Alto-Andinos con Araucaria. Éstos son los bosques de Araucaria-Lenga (*Araucaria araucana* – *Nothofagus pumilio*), que se distribuyen por las laderas altas y cumbres de los macizos cordilleranos intermedios, especialmente en la IX Región. La composición florística y la fisionomía de sus asociaciones responde primariamente a una gradiente de precipitación, reflejada en la posición ambiental que ocupan en altitud y en exposición. En esta formación son frecuentes los sustratos de naturaleza volcánica.
- Región Ecológica de los Bosques Caducifolios: entre 10 y 15% de la superficie total del parque representa a esta región ecológica, específicamente a la sub-región de los Bosques Andinos, formación vegetal Bosque Caducifolio Mixto de la Cordillera de los Andes. Son bosques de Raulí – Coigue (*Nothofagus andina* – *Nothofagus dombeyi*) que se encuentran distribuidos en un estrecho piso altitudinal de la Cordillera de los Andes. El paisaje vegetal es mixto, por la abundante participación de especies de hoja perenne, que algunas veces llegan incluso a dominar el dosel superior (CONAF, 1987).

Los únicos catastros de fauna silvestre relativamente globales realizados son las listas de observaciones hechas por guardaparques de CONAF, referidos fundamentalmente a vertebrados (CONAF, 1987).

Zonificación:

La zonificación es la división del territorio del parque según sus recursos, características de sitio, complejidad de usos y actividades actuales o potenciales. A estas subdivisiones territoriales se le asignan prácticas de manejo acordes con los propósitos que tenga la unidad y sus recursos, determinando así como se emplearan los recursos naturales y donde se situarán las instalaciones (CONAF, 1987).

La zonificación planteada en el Plan de Manejo identifica cuatro zonas:

- Zona de Uso Intensivo: en esta denominación se incluyen tanto áreas que están en buen estado de conservación, como áreas intervenidas por la acción humana. Contiene sitios de paisajes sobresalientes, formaciones y rasgos destacados, o recursos naturales de interés, en cualquiera de los casos, se trata de valores que además de atraer visitantes son los suficientemente resistentes. En el parque existe un 3,0% a un 3,5% de la superficie incluida en este tipo de zona (CONAF, 1987).

- Zona de Uso Extensivo: esta zona incluye territorios inalterados, así como también, áreas con cierto grado de intervención humana. Contiene paisajes y muestras variadas de los valores y rasgos significativos de la unidad (CONAF, 1987). Como zona de uso extensivo se han clasificado 4.112 ha., que representan 6,7% de la superficie total de la unidad.
- Zona Primitiva: bajo este manejo se incluyen áreas inalteradas o aquellas que tengan cierta alteración pero que muestren un proceso de recuperación natural asegurado. Puede contener ecosistemas, comunidades únicas o especies de flora o fauna, o fenómenos naturales de alto valor e interés científico, siempre y cuando estos sean relativamente resistentes para tolerar un uso público moderado (CONAF, 1987).
- Zona de Recuperación: esta zona está integrada por áreas cuyos recursos naturales, aguas, suelos, flora o fauna están alterados por causa de la acción humana. El objetivo general de manejo es detener la degradación y restaurar el área hacia un estado lo más natural posible. Para ello, se recurrirá a la exclusión total o parcial de estas áreas del uso público para su recuperación natural, o bien podrán ser intervenidas para asegurar su restauración (CONAF, 1987).

RESERVA NACIONAL VILLARRICA

La Reserva se ubica en las Comunas de Melipeuco, Cunco, Pucón y Curarrehue, Provincia de Cautín y dispersa en 5 sectores. Dista a 40 km de la ciudad de Pucón y a 162 km de Temuco, la capital regional.

Se crea en Octubre de 1912, La cabida actual de la Reserva Nacional Villarrica es de 72.462 ha, la que producto de las desafectaciones y se distribuye en los siguientes sectores: Quelhue, Quilembre, Llafa, Panqui 1,2 y 3 y Hualalafquén²⁴.

La flora de la Reserva y particularmente los sectores Hualalafquén y Panqui, están insertos en la Región de los Bosques Andino - Patagónicos. Los sectores Quilembre, Llafa y la mayor parte de Quelhue, están insertos en la Región de los Bosques Caducifolios. Una parte de Quelhue, esta inserto en la Sub-Región de los Bosques Caducifolios del Llano.

- Asociación de *Araucaria araucana* - *Nothofagus dombeyi*; Las especies más representativas de esta asociación son la Araucaria (*Araucaria araucana*) y el Coigue (*Nothofagus dombeyi*), las que presentan como especies acompañantes a: *Pseudopanax laetevirens*/ *Lagenophora hirsuta*/ *Myoschilos oblonga*/ *Drimys andina*/ *Adenocaulon chilense*/ *Destontainia spinosa*/ *Libertia ixioides*/ *Chusquea coleou*
- Asociación *Nothofagus antarctica*, La especie más representativa es el Ñirre (*Nothofagus antarctica*) y el calafate (*Berberis buxifolia*), la que ocupa el niveles medios, en los sectores más expuestos; su distribución es local. Tiene como especies acompañantes a: *Azorella caespitosa*/ *Poa pratensis*/ *Trisetum canescens*/ *Alopecurus magellanicus*/ *Blechnum pennamarina*/ *Galium anctarticum*/ *Pernettya pumila*/ *Ranunculus peduncularis*/ *Acaena ovalifolia*/ *Anemone multifida*/ *Deschampia flexuosa*
- Asociación de *Araucaria araucana* - *Nothofagus pumilio*; Las especies más representativas de esta asociación son la Araucaria (*Araucaria araucana*) y la Lengua (*Nothofagus pumilio*), las que presentan como especies acompañantes a: *Pseudopanax laetevirens*/ *Lagenophora hirsuta*/ *Myoschilos oblonga*/ *Drimys andina*/ *Adenocaulon chilense*/ *Destontainia spinosa*/ *Libertia ixioides*/ *Chusquea coleou*
- Asociación *Araucaria araucana* - *Nothofagus dombeyi*; Las especies más representativas de esta asociación son la Araucaria (*Araucaria araucana*) y el Coigue (*Nothofagus dombeyi*) las que presentan como especies acompañantes a: *Pseudopanax laetevirens*/ *Lagenophora hirsuta*/ *Myoschilos oblonga*/ *Drimys andina*/ *Adenocaulon chilense*/ *Destontainia spinosa*/ *Libertia ixioides*/ *Chusquea coleou*.
- Asociación *Nothofagus obliqua* - *Laurelia sempervirens*; Las especies más representativas de esta asociación son el Roble (*Nothofagus obliqua*) y el Laurel (*Laurelia sempervirens*), las que

²⁴ Comisión Nacional del Medio Ambiente. Región de La Araucanía. Estrategia Regional de Conservación y Uso Sustentable del a Biodiversidad. 2002

presentan como especies acompañantes a: *Persea lingue/ Blechnum auriculatum/ Chusquea quila/ Gevuina avellana/ Luma apiculata/ Sarmienta repens/ Eucryphia cordifolia/ Osmorhiza chilensis/ Uncinia phleoides/ Aextoxicon punctatum/ Boquila trifoliolata/ Cissus striata/ Lapageria rosea/ Luzuriaga radicans/ Aristotelia chilensis/ Lomatia hirsuta/ Pseudopanax laetevirens*

- Asociación *Aextoxicon punctatum - Laurelia sempervirens*; Las especies más representativas de esta asociación son el Olivillo (*Aextoxicon punctatum*) y el Laurel (*Laurelia sempervirens*), las que presentan como especies acompañantes a: *Amomyrtus luma/ Azara lanceolata/ Cissus striata/ Lapageria rosea/ Pseudopanax laetevirens/ Eucryphia cordifolia/ Aristotelia chilensis/ Chusquea quila/ Gevuina avellana/ Nothofagus obliqua/ Rhaphithamnus spinosus*

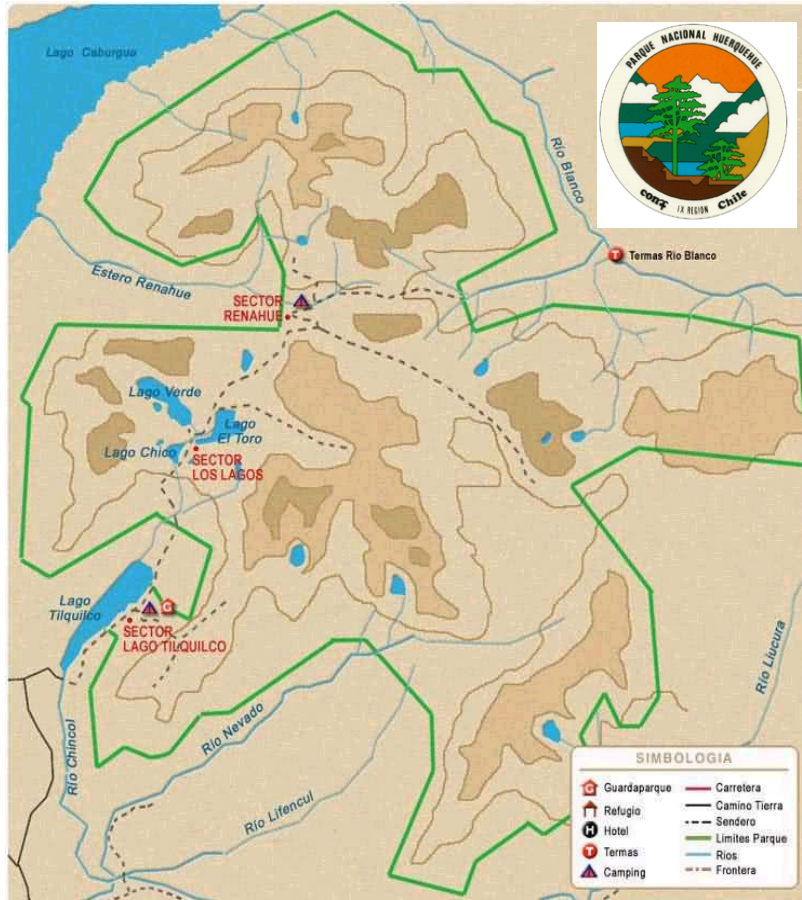
REPTILES		
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	CATEGORIA
LAGARTO MATUASTO	PRISTIDACTYLUS TORQUATUS	RARA
CULEBRA DE COLA CORTA	TACHYMENIS CHILENSIS	VULNERABLE

FAUNA DE LA RESERVA		
MAMÍFEROS		
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	CATEGORIA
GUIÑA	FELIS GUIGNA	EN PELIGRO
DEGU DE BRIDGES	OCTODON BRIDGESI	VULNERABLE
QUIQUE	GALICTIS CUJA	VULNERABLE
PUMA	FELIS CONCOLOR	VULNERABLE
PUDU	PUDU PUDU	VULNERABLE
RATÓN TOPO VALDIVIANO	GEOXUS VALDIVIANUS	RARA
CULPEO	PSEUDALOPEX CULPAEUS	INA. CONOCIDA
CHILLA	PSEUDALOPEX GRISEUS	INA. CONOCIDA
AVES		
HALCÓN PEREGRINO	FALCO PEREGRINO	EN PELIGRO
BECACINA	GALLINAGO PARAGUAIAE	VULNERABLE
TORCAZA	COLUMBA ARAUCANA	VULNERABLE
CARPINTERO NEGRO	CAMPEPHILUS MAGELLANICUS	VULNERABLE
CÓNDOR	VULTUR GRYPHUS	RARA
PEUQUITO	ACCIPITER BICOLOR	RARA
AGUILUCHO DE COLA ROJIZA	BUTEO VENTRALIS	RARA
AGUILUCHO CHICO	BUTEO ALBIGULA	RARA
CONCÓN	STRIX RUFIPES	INA. CONOCIDA
NUCO	ASIO FLAMMEUS	INA. CONOCIDA
PATO CORTACORRIENTES	MERGANETA ARMATA	INA. CONOCIDA
ANFIBIOS		
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	CATEGORIA
RANITA DE DARWIN	RHINODERMA DARWINII	VULNERABLE
SAPITO DE CUATRO OJOS	PLEURODEMA THAUL	INA. CONOCIDA

PARQUE NACIONAL HUERQUEHUE

El Parque Nacional Huerquehue está ubicado en la Precordillera Andina. Su extensión es de 12.500 ha. y se ubica en las Comunas de Cunco y Pucón, Provincia de Cautín.

El área del parque se extiende entre el borde oriental del lago Caburgua y el río Liucura. Se divide en tres sectores: Lago Tinquilco, Laguna Verde y Toro, Cerro Quinchol



Ubicado en la precordillera andina, a 33 kilómetros al este de Pucón, entre los 720 y 2000 msnm., Huerquehue posee un relieve montañoso, de cerros abruptos, fuertes quebradas y un sinnúmero de vertientes, esteros, lagunas y lagos, como Verde, El Chico, Toro, Huerquehue, Los Patos, Seca Abutarda, Pehuén y Los Cóndores. En la laguna Verde, existen pequeñas playas con arena.

Entre las especies que habitan este parque destacan el zorro culpeo, el cóndor, la tagua, el pato real y el chucao.

El parque rodea una parte del lago Tinquilco, de forma alargada y angosta, cuya ribera oeste está flanqueada por laderas escarpadas y cubiertas de bosque nativo compuesto por ñirre, coligue, coigüe, mañío de hoja corta y araucarias entre otras.

Existen dos saltos de agua: el Nido de Águila y el Trifulco.

El Parque Nacional Huerquehue fue creado hace 35 años, en junio de 1967, con la finalidad de proteger un área de gran belleza escénica; aun cuando lo más conocido de Huerquehue son los sectores del lago Tinquilco, los lagos y cerro Quinchol, en lugares de más difícil acceso se encuentran lagunas de igual o mayor belleza.

La flora del Parque Nacional Huerquehue esta inserta mayoritariamente en la Región de los

VISTA LAGO TINQUILCO.ALREDEDORES DEL PARQUE



VISTA INTERIOR DEL PARQUE



Bosques Andino-Patagónicos, en los Bosques Caducifolios Alto-Andino con Araucaria.

- Asociación de *Araucaria araucana* - *Nothofagus dombeyi*; Las especies más representativas de esta asociación son la Araucaria (*Araucaria araucana*) y el Coigüe (*Nothofagus dombeyi*), las que presentan como especies acompañantes a: *Pseudopanax laetevirens*/ *Lagenophora hirsuta*/ *Myoschilos oblonga* / *Drimys winteri*/ *Adenocaulon chilense*/ *Destontainia spinosa*/ *Libertia ixioides*/ *Chusquea coleou*.
- Asociación *Nothofagus antártica*; La especies más representativas son el Ñirre (*Nothofagus antarctica*) y el calafate (*Berberis buxifolia*), la que ocupa el niveles medios, en los sectores más expuestos; su distribución es local. Tiene como especies acompañantes a: *Azorella caespitosa*/ *Poa pratensis*/ *Trisetum canescens*/ *Alopecurus magellanicus*/ *Blechnum pennamarina*/ *Galium anctarticum*/ *Pernettya pumila*/ *Ranunculus peduncularis*/ *Acaena ovalifolia*/ *Anemone multifida*/ *Deschampia flexuosa*/ *Macrachaenium gracile*
- Asociación *Nothofagus alpina*- *Nothofagus dombeyi*; Las especies más representativas son el Raulí (*Nothofagus alpina*) y el Coigüe (*Nothofagus dombeyi*), las que presentan como especies acompañantes a: *Chusquea coleu*/ *Maytenus magellanica*/ *Azara lanceolata*/ *Dasyphyllum diacanthoides*/ *Elytropus chilensis*/ *Laureliopsis philippiana*/ *Lomatia ferruginea*/ *Gaultheria*

phyllyrearifolia/ Pseudopanax laetevirens/ Boquila trifoliolata / Mutisia retusa / Hydrangea serratifolia / Lomatia hirsuta

FAUNA ASOCIADA AL PARQUE		
MAMÍFEROS		
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	CATEGORIA
GUIÑA	FELIS GUIGNA	EN PELIGRO
DEGU DE BRIDGES	OCTODON BRIDGESI	VULNERABLE
QUIQUE	GALICTIS CUJA	VULNERABLE
PUMA	FELIS CONCOLOR	VULNERABLE
PUDU	PUDU PUDU	VULNERABLE
RATÓN TOPO VALDIVIANO	GEOXUS VALDIVIANUS	RARA
LAUCHA DE PELO LARGO	ABROTHRI LONGIPILIS LONGIPILIS	INA. CONOCIDA
CULPEO	PSEUDALOPEX CULPAEUS	INA. CONOCIDA
CHILLA	PSEUDALOPEX GRISEUS	INA. CONOCIDA
AVES		
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	CATEGORIA
HALCÓN PEREGRINO	FALCO PEREGRINO	EN PELIGRO
BECACINA	GALLINAGO PARAGUAIAE	VULNERABLE
TORCAZA	COLUMBA ARAUCANA	VULNERABLE
CARPINTERO NEGRO	CAMPEPHILUS MAGELLANICUS	VULNERABLE
CÓNDOR	VULTUR GRYPHUS	RARA
PEQUITO	ACCIPITER BICOLOR	RARA
AGUILUCHO DE COLA ROJIZA	BUTEO VENTRALIS	RARA
AGUILUCHO CHICO	BUTEO ALBIGULA	RARA
CONCÓN	STRIX RUFIPES	INA. CONOCIDA
NUCO	ASSIO FLAMMEUS	
PATO ANTEOJILLO	ANAS SPECULARIS	INA. CONOCIDA
PATO CORTACORRIENTES	MERGANETA ARMATA	INA. CONOCIDA
REPTILES		
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	CATEGORIA
LAGARTIJA CAFÉ DE RAYAS	LIOLAEMUS LEMNISCATUS	VULNERABLE
LAGARTO LLORÓN	LIOLAEMUS CHILIENSIS	VULNERABLE
LAGARTO MATUASTO	PRISTIDACTYLUS TORQUATUS	RARA
CULEBRA DE COLA CORTA	TACHYMENIS CHILENSIS	VULNERABLE

ANFIBIOS		
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	CATEGORIA
SAPO COMÚN CAFÉ	BATRACHYLA TAENIATA	VULNERABLE
RANITA DE DARWIN	RHINODERMA DARWINII	VULNERABLE
SAPITO DE CUATRO OJOS	PLEURODEMA THAUL	INA. CONOCIDA

Área de Influencia del Parque

En general, el área de influencia de un parque nacional es de dos tipos:

- i) Área de Influencia Directa: será la zona en la cual los efectos de las actividades del parque en relación con la preservación y ofrecimiento de servicios se perciben en forma directa sobre el entorno y las actividades económicas. Su extensión es variable.
- ii) Área de influencia indirecta: será la zona donde ocurren los efectos indirectos producidos por las actividades del parque sobre el entorno y las actividades económicas. Su extensión es difícil de precisar.

El área de influencia del Parque Nacional Huerquehue está dada por el alcance de las actividades que realiza esta Unidad. Ello está a su vez en directa relación con aquellas que involucran el ofrecimiento de servicios ambientales a la comunidad y a los visitantes que llegan al parque. En este contexto, la delimitación del área de influencia es variable ya que dependerá del radio de acción de los servicios ofrecidos.

Basados en las consideraciones anteriores, se define como área de influencia directa del Parque Nacional Huerquehue a la superficie comprendida entre los sectores del lago Villarrica hasta Pucón y el valle del río Liucura.²⁵

²⁵ CONAF, 1999 Plan de Manejo Parque Nacional Huerquehue.

3.7 PAISAJE Y ESTÉTICA

Generalidades

El ambiente es el conjunto de condiciones físicas, químicas, biológicas y psíquicas que rodean un organismo, son estos factores los que le dan un carácter, una personalidad propia y exclusiva al paisaje, que no debe leerse como algo inequívoco, inmanente y estático. Conservar la autenticidad de un paisaje, a la escala que sea, no significa mantenerlo intacto, fosilizado. Se trata de intentar conservar la especificidad y singularidad de sus elementos constituyentes sin cuestionar su dinamismo. Sólo así es posible preservar el carácter del lugar sin convertirlo en un museo.

Los estudios del paisaje deben entregar las herramientas necesarias para dirigir y favorecer la evolución armónica del paisaje, de acuerdo con los conceptos de utilización racional del territorio, de desarrollo urbanístico sostenible y de funcionalidad de los ecosistemas.

Las transformaciones inducidas por los procesos sociales, económicos y ambientales, no deben perturbar el equilibrio natural del entorno, más bien deben procurar minimizar el impacto.

El presente informe tiene como objetivo diagnosticar el ambiente donde se desarrollara el proyecto, a partir del análisis de sus componentes.

Metodología

La metodología propuesta para la evaluación contempla la investigación y análisis de las características visuales del paisaje, para luego evaluarlo y poder establecer los aspectos más relevantes al tipo de proyecto y al medio donde se desarrolla.

El estudio se establece en dos etapas

1. Visita a terreno, donde se recopila la información necesaria para el reconocimiento del lugar de estudio, con apoyo de cartas cartográficas.
2. Gabinete, donde se desarrolla el informe de acuerdo a los antecedentes recogidos en terreno.

Línea Base del Paisaje

Este trabajo comprende el estudio de los componentes básicos de los elementos que intervienen tanto en la composición, como en la formación del paisaje y que son materia de observación definiendo su composición, contraste y dominancia visual. El desarrollo de la Línea Base, nos entregará una visión sobre el estado del paisaje en su etapa inicial, antes de la ejecución del proyecto, determinándose su Calidad y Fragilidad Visual, para absorber y mitigar posibles intervenciones.

Ubicación y Determinación del área de estudio

El estudio se desarrolla en la comuna de Pucón, localidad ubicada en la IX Región de La Araucanía. Las características que presenta responden a un área pre-urbana, con localidades destinadas al crecimiento poblacional, por su alto interés turístico.



Su cuenca visual se ve influenciada por la presencia de las formas características del relieve de la zona sur de Chile, es así como podemos encontrar la presencia de Planicies Litorales, Depresión Intermedia, Cordillera de la Costa y Cordillera de los Andes, estos últimos límites naturales que enmarcan la visión.

Las condiciones de espacialidad están determinadas por la presencia de amplias ventanas visuales que permiten reconocer porciones del paisaje lejano dentro del recorrido habitual de un observador, esto debido a la dominancia en el paisaje de altas pendientes.


Diagnóstico y Descripción del paisaje actual

Se determinó la composición, el contraste y las características visuales del paisaje del área donde se ubicará el proyecto. Esta evaluación se basa en el análisis descriptivos de los elementos básicos del paisaje visual, obteniendo los siguientes resultados.




Características de los Componentes del Paisaje


COMPONENTES	CARACTERÍSTICAS VISUALES	COMENTARIOS
<p>Morfología del terreno</p> 	<p>Terreno de característica regular, con una pendiente dominante, en su mayor extensión lomaje muy ondulado. Presencia de planos horizontales en la localidad de Pucón y Quelhue.</p>	<p>Geometría más bien regular, con límites claros dados por la presencia de grandes macizos de montañosos.</p>
<p>Variabilidad cromática</p> 	<p>Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, no actúa como elemento dominante, pero si de notoriedad.</p>	

COMPONENTES	CARACTERÍSTICAS VISUALES	COMENTARIOS
<p data-bbox="386 226 516 254">Vegetación</p> 	<p data-bbox="711 491 1094 884">Presencia de grandes áreas de vegetación. Elemento dominante a lo largo del recorrido. Gran diversidad de especies, tanto nativas como introducidas. Podemos observar la presencia de zonas de cultivo en el área más plana de la comuna. La presencia de Reservas y Parques Nacionales dentro de la comuna aportan valor de Singularidad a la Región.</p>	

COMPONENTES	CARACTERÍSTICAS VISUALES	COMENTARIOS
<p data-bbox="412 1218 483 1245">Fauna</p>	<p data-bbox="711 1251 1094 1482">Presencia de fauna esporádica, en general se observa sólo avifauna. La presencia del humedal aporta con el asentamiento de algunas especies de aves. También aporta la presencia de fauna doméstica.</p>	
<p data-bbox="354 1497 555 1524">Acción Antrópica</p> 	<p data-bbox="711 1524 1094 1703">La intervención humana esta dada principalmente por la existencia de poblados, áreas de cultivo, caminos, trazados eléctricos y zonas de parcelas de agrado.</p>	<p data-bbox="1122 1524 1419 1703">La ciudad de Pucón presenta la mayor intervención dentro del paisaje modificando la percepción y calidad de este.</p>

Descripción de las características Visuales Básicas

COMPONENTES	CARACTERÍSTICAS DE COMPOSICIÓN
<p data-bbox="461 310 558 338">FORMA</p> 	<p data-bbox="824 573 1398 659">Percepción bidimensional del escenario con mucha complejidad en sus formas, se destaca el plano vertical como predominante.</p>
<p data-bbox="448 932 571 959">TEXTURA</p> 	<p data-bbox="824 1125 1398 1184">Textura dispareja con presencia de elementos que generan contraste en altura y forma</p>
<p data-bbox="394 1388 625 1415">ESCALA-ESPACIO</p> 	<p data-bbox="824 1560 1398 1646">Percepción del espacio panorámico, muy delimitada por altas cumbres, permite manejo visual por parte del observador.</p>

COLOR	
	Predomina el color del fondo escénico, pero existen elementos que aportan contraste visual.

Contraste visual existente: Se percibe contraste visual importante, la variedad de colores esta determinada por la gran diversidad de vegetación, praderas de cultivo y grandes masas de agua.

Dominio visual: El dominio visual del escenario esta determinado por la espacialidad que presenta ventanas visuales que permiten reconocer porciones del paisaje lejano dentro del recorrido habitual del observador. Esta alta compacidad que posee el paisaje permite una dominancia del primer plano de visión, siendo la apreciación de los detalles o "paisaje interior", el aspecto más significativo.

La posición de los puntos de observación también juega un rol importante en las condiciones de percepción espacial, la altura de los cordones montañosos que rodean la unidad limitan completamente el campo de visión del observador, favoreciendo la vista de los elementos localizados a media ladera.

Inventario de Recursos Visuales

Es necesario identificar los elementos más relevantes de la composición del paisaje valorando su potencial estético. Para esto se identificaron los factores que aportan con el conocimiento sobre el área total en estudio.

Interés Escénico: Los rayos visuales fugan en todas direcciones alcanzan tres planos de visualización, en la línea de visión destaca el Volcán Villarrica, resaltado no sólo por su forma sino también por su color debido a sus nieves eternas, pasa a establecerse como un rasgo dominante. Existen algunos puntos aislados que son considerados dentro de las unidades.

Marcas Visuales: Se reconocen como marca visual de mayor importancia y notoriedad la pasarela ubicada en la localidad de Quelhue, si bien estéticamente no es gran aporte, deja de ser negativo desde el punto de vista social.



Pasarela

Vegetación Dominante: Desde el punto de vista perceptual, las masas que dominan el paisaje corresponden a asociaciones vegetales de especies nativas tales como: araucarias, mañíos, ñirres, lengas, coigües y raulíes. En los sectores más húmedos, existen olivillos, canelos y ulmos, y a mayor altura (sobre los 1200 m.) alerces, lengas, coigües, mañíos y cedros, es decir, todas aquellas especies que corresponden los bosques Caducifolios, los bosques Laurifolios y de los bosques Andino Patagónicos. También podemos encontrar la presencia de algunas especies introducidas como el retamos y eucaliptos.



Camino rodeado de retamos

Cubierta Agua: En esta comuna se observa la presencia de números cuerpos de agua, se identificaron los Lagos de Caburgua y Villarrica, junto al río Trancura, como los elementos de mayor significancia para el paisaje, en menor escala se reconocen los ríos Liucura, Tinquino, Nevado entre otros y que apreciables desde puntos de visión más cercanos. La presencia de humedales también aporta en la abundancia de especies vegetales y animales que enriquecen el paisaje, agregándole singularidad.



Lago Villarrica

Áreas Singulares: Se reconocen como elementos atípicos, únicos y de gran singularidad los Parques Nacionales de Huerquehue y Villarrica, más la Reserva Nacional Villarrica.



Parque Nacional Villarrica

Áreas de Alteración Mayor: La comuna no presenta alteraciones mayores, a nivel global y de fuerte impacto, pero si podemos encontrar la presencia de un vertedero que de no mediar una buena mantención podría tornarse en un área importante de alteración mayor.



Vertedero municipal

Definición de Unidades de Paisaje (UP)

Las Unidades de Paisaje se establecen en base a los aspectos visuales o de carácter de los factores considerados como definitorios del paisaje. Para determinar la UP hemos seguido el siguiente procedimiento (vease Mopt 1993). Determinar el componente central, que es el más representativo en el área de estudio, en este caso corresponde a la vegetación. Cartografiar el área de estudio generando unidades homogéneas en base al elemento central escogido y por último agregar los componentes restantes del paisaje a las unidades homogéneas ya generadas.

Unidad Nº 1 Candelaria

Descripción de los componentes del paisaje

Cubierta Vegetal: Realza la presencia de plantaciones arbóreas. Encontramos especies como pino oregón, como especie introducida y a mayor altura podemos encontrar bosques aislados de vegetación nativa que se repite en todas las unidades sin especies que sobresalgan, en cada una de ellas.

Acompañando los bosques encontramos estratas herbáceas que aumentan la frondosidad de la vegetación.

Espacialidad: Esta unidad presenta una cuenca cerrada por la proximidad y altura del cordón montañoso ubicado en el sector sur ponientes. Las grandes vistas se fugan hacia el Lago Villarrica.

Acción Antrópica: Este factor se destaca por la presencia del poblado de Candelaria, con la presencia de casas aisladas. Nos es manifiesta con una significancia importante debido a la materialidad de sus construcciones.

Área Natural Singular: Volcán Villarrica

Evaluación de la Calidad Visual

Morfología o Topografía: Alta
Vegetación: Alta
Presencia de Agua: Media
Variabilidad cromática: Media
Acción Antrópica: Media
Fauna: Media
Incidencia visual de fondo escénico: Media
Singularidad o rareza: Media

A pesar de obtener el factor de vegetación y morfología del terreno una ponderación alta, los demás factores no sobresalen, indicando para esta unidad una **Calidad Visual Media**.

Evaluación de la Fragilidad Visual

Pendiente: Baja
Diversidad de Vegetación: Media
Estabilidad del suelo: Alta
Contraste de color: Media
Singularidad: Media
Actuación Humana: Media

En esta unidad encontramos que los componentes de Pendiente y estabilidad del suelo presentan un alto porcentaje, indicando que cualquier proyecto debe tener moderación con respecto a la utilidad del suelo. El resto de los componentes le otorgan a esta unidad una **Fragilidad Visual Media**.

Unidad Nº 2 Pucón



Playa de Pucón

Descripción de los componentes del paisaje

Cubierta Vegetal: Las masas vegetales que dominan en esta unidad se ubican en los cordones montañosos alejados de la ciudad, otorgándole un fondo verde. Sin embargo en la ciudad podemos encontrar vegetación arbórea repartida entre lo público y privado. Siendo este último el que mantiene las especies nativas más destacadas de la unidad.

Podemos encontrar un número importante de vegetación introducida es especial al borde del lago y en las áreas verdes compartidas, con estas especies se entrega el colorido para las zonas.

Espacialidad: La cuenca en esta unidad presenta características irregulares, debido a la presencia de muchos puntos de visualización que se producen, sobre todo, a lo largo de la carretera con la presencia de ventanas vegetales que permiten una amplitud mayor de reconocimiento visual en el observador. Por otro lado el volcán Villarrica, permite planos más cercanos de visión. En la ciudad las vistas son en general filtradas por las construcciones existentes.

Acción Antrópica: Es el elemento con mayor presencia dentro de la unidad debido a la fuerte modificación que el hombre ha provocado sobre el paisaje. El emplazamiento de zonas urbanas y parcelaciones habitacionales, son los principales configuradores del territorio, destacando las construcciones de mayor altura, que a pesar de su materialidad, resaltan a distancia, causando una perturbación en la percepción del entorno, difícil de mitigar debido a la disminución proporcional de la vegetación de altura.

Área Natural Singular: Lago Villarrica, Río Turbio, Río Liucura

Evaluación de la Calidad Visual

Morfología o Topografía: Media

Vegetación: Media

Presencia de Agua: Alta

Variabilidad cromática: Media

Acción Antrópica: Baja

Fauna: Media

Incidencia visual de fondo escénico: Alto

Singularidad o rareza: Media

A pesar de ofrecer vistas con un alto contenido escénico y la presencia del Lago Villarrica, cuyo color y forma ejerce una clara dominancia en la configuración del paisaje, la poca dominancia que ejercen los otros factores, adjudica a la unidad una **Calidad Visual Media**.

Evaluación de la Fragilidad Visual

Pendiente: Media

Diversidad de Vegetación: Media

Estabilidad del suelo: Alta

Contraste de color: Media

Singularidad: Media

Actuación Humana: alta

Los factores biofísicos, de singularidad demuestran que en esta unidad cualquier intervención puede ser medianamente mitigada, determinando una **Fragilidad Visual Media**.

Unidad Nº 3 Ojos del Caburgua



Camino a Ojos del Caburgua

Descripción de los componentes del paisaje

Cubierta Vegetal: Se observan masas boscosas correspondiente a especies arbóreas nativas en asociación con estratas herbáceas, algunas de estas especies son Arrayanes, maitenes y maquis entre otros. Estos bosques están acompañados de plantaciones de pinos radiata y oregón y la presencia de vegetación exógena como sauces y aromos.

La masa boscosa aumenta según aumenta la altura de los cordones montañosos.

Espacialidad: Esta cuenca es irregular, presenta una pared marcada con la presencia de cordones montañosos cercanos al camino y que genera una visión limitada del observador. Esta cuenca presenta visión amplia hacia el plano del Lago Villarrica.

Acción Antrópica: Se observan construcciones aisladas y crecimiento con parcelaciones a pie de monte que aumenta el despoblamiento vegetal. En general la materialidad de las construcciones aporta con la mitigación, tornándose una presencia humana moderada.

Área Natural singular: Ojos del Caburgua

Evaluación de la Calidad Visual

Morfología o Topografía: Alta

Vegetación: Media
Presencia de Agua: Media
Variabilidad cromática: Media
Acción Antrópica: Media
Fauna: Media
Incidencia visual de fondo escénico: Media
Singularidad o rareza: Media

En esta unidad el elemento relevante es la morfología del terreno, conformado por cerros que limitan el camino. Sin embargo la poca dominancia del resto de los factores no aportan riqueza visual al lugar, otorgándole a la unidad una **Calidad Visual Media**.

Evaluación de la Fragilidad Visual

Pendiente: Baja
Diversidad de Vegetación: Media
Estabilidad del suelo: Alta
Contraste de color: Media
Singularidad: Alta
Actuación Humana: Media

La forma de la cuenca es el único elemento que presenta una baja capacidad de absorción de impactos, el resto de los recursos obtiene un valor medio adjudicándole una **Fragilidad Visual Media**.

Unidad Nº 4 Caburgua



Playa grande Caburgua

Descripción de los componentes del paisaje

Cubierta Vegetal: Es un factor importante como borde de la unidad, las masas boscosas que se observan corresponde a los cerros internados en el Lago Caburgua y que aportan en colorido y estructura en el fondo escénico. En el sector habitado de la unidad podemos observar gran variedad de especies introducidas que marcan la avenida principal, la mayoría de la vegetación del sector se encuentra dentro de los sectores privados. En la orilla del lago se observan vegetación arbórea aislada que corresponden en su mayoría a especies nativas.

Espacialidad: Tanto de las partes altas de la unidad como desde los sectores bajos, se posibilita la existencia de proyecciones visuales a planes lejanos que, dependiendo de las condiciones atmosféricas, pueden llegar a ser dominantes de gran parte del terreno. Tanto en la playa grande de caburgua como en playa amarilla la visión más importante es la que se fuga dentro del Lago Caburgua.

Acción Antrópica: La mayor influencia esta dada por la presencia de zonas de habitación, que encontramos aisladas por el camino principal, siendo sobresaliente por manifestarse como agrupaciones mayores de viviendas el pueblo de Caburgua y las casa agrupadas al borde de Playa Amarilla.

Área Natural Singular: Lago Caburga, Río Caburgua

Evaluación de la Calidad Visual

Morfología o Topografía: Alta

Vegetación: Alta

Presencia de Agua: Alta

Variabilidad cromática: Media

Acción Antrópica: Media

Fauna: Media

Incidencia visual de fondo escénico: Alta

Singularidad o rareza: Alta

Las características generales del paisaje conservan una estructura original. Es posible que existe una alteración en la variabilidad cromática, lo que no se percibe para el observador habitual. La fuerza de la estructura general de este paisaje genera un campo de influencia que abarca todas las cuencas visuales del cajón. **Calidad Visual Alta.**

Evaluación de la Fragilidad Visual

Pendiente: Alta

Diversidad de Vegetación: Media

Estabilidad del suelo: Alta

Contraste de color: Media

Singularidad: Alta

Actuación Humana: Media

El análisis de los componentes indica que, la pendiente favorece la intrusión visual de cualquier elemento que se ubique en los planos de visión obtenidos desde los puntos de observación. La presencia de riesgos de erosión, inestabilidad y regeneración potencial. El carácter singular del área aumenta el nivel de vulnerabilidad, por lo que se obtiene como resultado una **Fragilidad Visual Media.**

Unidad Nº 5 Lago Tilquinco



Lago Tilquinco Parque Huerquehue

Descripción de los componentes del paisaje

Cubierta Vegetal: En esta unidad se observa una gran presencia de vegetación nativa, por ser un área protegida cuenta con una masa boscosa importante que aloja las tres estratas de vegetación, que corresponden a arbórea representada por Maitenes, Coigues, Arrayanes entre otros, estrata arbustiva notoriamente marcada por la presencia de Maqui y Chilca y un sin número de especies herbáceas de gran colorido.

En la parte superior de las montañas que bordean el Lago podemos apreciar una abundante presencia de pino oregón introducidas como sistema de forestación.

Espacialidad: Es una cuenca semiabierto, esta compuesta por un camino enmarcado por los cerros, generando más bien una visión cerrada y guiada del terreno. A medida que aumenta la altura la visión del observado se abre hacia los valles que se encuentran tanto hacia el sur como el norte, produciéndose una visión completa no sólo de esta unidad si no de la casi totalidad de la comuna.

En el Parque se vuelve a encajonar la visibilidad, siendo esta enmarcada por los cordones montañosos que limitan el Lago Tinquilco.

Acción Antrópica: La mayor influencia esta dada por la presencia de poblados, que gracias a su materialidad no provocan marcas visuales que perjudiquen la percepción del entorno, ni le quitan riqueza visual.

Área Natural Singular: Parque Huerquehue, Lago Tinquilco.

Evaluación de la Calidad Visual

Morfología o Topografía: Alta

Vegetación: Alta

Presencia de Agua: Alta

Variabilidad cromática: Media

Acción Antrópica: Media

Fauna: Media

Incidencia visual de fondo escénico: Alto

Singularidad o rareza: Alta

El elemento agua, la morfología del terreno, la gran masa de vegetación nativa y el factor singularidad, demuestran que esta área presenta una importancia estética para el observador. Otorgándole una **Calidad Visual Alta**.

Evaluación de la Fragilidad Visual

Pendiente: Baja
Diversidad de Vegetación: Alta
Estabilidad del suelo: Baja
Contraste de color: Media
Singularidad: Alta
Actuación Humana: Media

Los factores de pendiente, diversidad de vegetación, estabilidad del suelo y singularidad, demuestran que la unidad no tienen capacidad de absorción ante posible impactos, adjudica a la unidad una **Fragilidad Visual Baja**.

Unidad Nº 6 San Pedro Huife



San Pedro

Descripción de los componentes del paisaje

Cubierta Vegetal: Es una unidad que presenta un importante número de especies introducidas, sobre todo en las áreas de habitación. Algunas de estas especies son: Abedules, aromos, álamos, entre otros. A distancias importantes de la carretera S- 907 se encuentran bosquetes de vegetación nativa, que según sea la ladera de posición es más o menos diversa y abundante. Las especies de origen nativo no se diferencian a las especies nombradas en las unidades anteriores ya que corresponden a la misma asociación vegetal que presenta esta región .

Espacialidad: La cuenca visual se percibe a distintas escalas, por un lado permite proyecciones visuales a planos muy distantes debido a su amplitud y del mismo modo, focaliza y reduce la visibilidad a planos más cercanos que son determinados por las distintas posiciones de la vegetación generando así un juego entre el detalle y lo difuso.

Acción Antrópica: La mayor intervención que se observa corresponde a las zonas habitadas y a los prados de cultivo o dedicados al alimento de ganado, donde carecen de vegetación en altura.

Área Natural Singular: Los tres Saltos

Evaluación de la Calidad Visual

Morfología o Topografía: Media
Vegetación: Media
Presencia de Agua: Media
Variabilidad cromática: Media
Acción Antrópica: Media
Fauna: Media
Incidencia visual de fondo escénico: Media
Singularidad o rareza: Baja

Los componentes de esta unidad no muestran dominancia estética, careciendo de importancia unos sobre otros. Por lo que la evaluación de estos factores le otorga **Calidad Visual Media**.

Evaluación de la Fragilidad Visual

Pendiente: Media
Diversidad de Vegetación: Media
Estabilidad del suelo: Medio
Contraste de color: Medio
Singularidad: Media
Actuación Humana: Media

La accesibilidad visual, el poco contraste y ausencia de grandes masas de vegetación y la baja compacidad de la cuenca visual, presenta una baja capacidad de absorción a los posibles impactos, sin embargo por la visión de planos lejanos, se le otorga una **Fragilidad Visual Media**.

Unidad Nº 7 Palguín Bajo



Camino alto de Palguin Bajo

Descripción de los componentes del paisaje

Cubierta Vegetal: Presenta una cubierta rala de vegetación debido a la presencia de explanadas de cultivo para el forraje de animales. Se observan bosquetes aislados de vegetación introducida mezclada con especies nativas. Por el lado de volcan se divisan plantaciones añosas de vegetación nativa que corresponden a bosques ubicados dentro del parque.

Espacialidad: Es una cuenca irregular, ya que los caminos internos focalizan la visión del observador, ya sea, por la presencia de barreras vegetales o cordones montañosos y por otro lado en altura se genera una visibilidad óptima de la unidad. En la carretera se producen ventanas vegetales que abren la visión a puntos lejanos para el observador.

Acción Antrópica: La presencia de la carretera que une Argentina con Chile a provocado que la acción humana sea más notoria e invasiva en esta zona. Contribuyendo con la ausencia de elementos que sean capaces de mitigar los impactos generados. La presencia de viviendas en el borde de la carretera CH-119 aumenta la percepción negativa del entorno para el observador.

Área Natural Singular: Humedales

Evaluación de la Calidad Visual

Morfología o Topografía: Media

Vegetación: Media

Presencia de Agua: Media

Variabilidad cromática: Media

Acción Antrópica: Alta

Fauna: Media

Incidencia visual de fondo escénico: Media

Singularidad o rareza: Medio

El valor más bajo se representa en un paisaje común en la región sin elementos significantes.- Los componentes más valorados, al igual que en la cuenca anterior, son el paisaje circundante y la permanencia de fauna en el sector. Se otorga una **Calidad Visual Media**.

Evaluación de la Fragilidad Visual

Pendiente: Media

Diversidad de Vegetación: Media

Estabilidad del suelo: Media

Contraste de color: Media

Singularidad: Media

Actuación Humana: Alta

La escasa masa vegetal, con bajo contraste y altura, además de la fácil accesibilidad a la unidad a través de la ruta CH-119, le otorga **Fragilidad Visual Media**.

Cuadros de Análisis de Calidad Visual y Fragilidad Visual

Análisis de la Calidad Visual

Para el estudio de la calidad visual del paisaje se utilizó el método aplicado por U.S.D.A Forest Service (1974) y el Bureau of Land Management (BLM 1980). Este modelo se basa en la evaluación de las características visuales básica de los componentes del paisaje. Se asigna un valor según los criterios de ordenación y la suma total de estos determina la clase de calidad visual del área de estudio

PAUTA DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD VISUAL

Factor de Evaluación	Calidad Visual Alta	Calidad Visual Media	Calidad Visual Baja
Morfología o Topografía	Pendientes de más de un 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos muy dominantes y fuertes contrastes cromáticos	Pendiente entre 15 y 30%, estructuras morfológicas con modelados suaves u ondulados	Pendiente entre 0 y 15%, domina el plano horizontal, con poca variación, sin modelado ni rasgo dominante.

Vegetación	Alta variedad de especies. Cubierta vegetal continua	Cubierta vegetal casi continua. Diversidad de especies media.	Cubierta vegetal aislada u ausencia de vegetación. Baja diversidad de especies.
Presencia de Agua	Curso de agua con inusuales cambios en su cauce. Presencia de saltos. Dominancia en la configuración del paisaje.	Curso de aguas comunes en su recorrido y caudal. Influencia media en la configuración del paisaje	Ausencia de cuerpos de aguas.
Variabilidad Cromática	Combinación de color intensos y variados o contrastes agradables entresuelo, vegetación, roca y agua.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero que no actúa como elemento dominante	Muy poca variación de color o contraste, homogeneidad cromática.
Acción Antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	El paisaje esta modificado por obras, no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad escénica.
Fauna	Presencia de fauna permanente en el punto de observación	Presencia de fauna esporádica en el punto de observación.	Ausencia de fauna en el punto de observación.
Incidencia Visual fondo escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa la calidad visual	Paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto.	El paisaje adyacente no ejerce influencia en el conjunto.
Singularidad o Rareza	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	Característico, pero similar a otros de la región.	Paisaje común de la región.

Análisis de la Fragilidad del Paisaje

Para determinar la Fragilidad se desarrollo una técnica basada en la metodología de YEOMANS (1986), teniendo en cuenta las condiciones del escenario en estudio.

Factor de Evaluación	Fragilidad Alta	Fragilidad Media	Fragilidad Baja
Pendiente	Poco Inclinado, vertientes de poca variación, sin modelados y sin rasgos dominantes	Inclinación suave, modelados suaves u ondulados.	Inclinados, laderas muy modeladas, con rasgos muy dominantes.
Diversidad de Vegetación	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Coníferas, repoblaciones.	Eriales, prados y matorrales
Estabilidad del suelo	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial.	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial.	Restricción alta derivada de riesgo alto de erosión e inestabilidad y regeneración potencial.
Contrastes de color	Escasez en la diversidad de elementos, contraste poco evidente.	Diversidad media de elementos, contraste evidente pero poco sobresaliente.	Alto grado en variedad, contraste evidente.

Singularidad	Notable riqueza en elementos únicos y distintivos	Importancia visual pero habitual, sin presencia de elementos singulares.	Paisaje común, sin riqueza visual o muy alterados.
Actuación Humana	Fuerte presencia antrópica	Presencia moderada	Casi imperceptible

3.8.1 SITUACIÓN AMBIENTAL DE LA COMUNA

Humedal Delta Trancura

Como uno de los sitios de relevancia en Pucón se encuentra el Humedal Delta del Trancura, sitio que es considerado como una de las áreas prioritarias para la protección y manejo.²⁶ Se encuentra vulnerable debido a que se ubica en la periferia de la ciudad, con una fuerte presión del crecimiento del espacio urbano hacia el norte. Además, en el período estival, la presión de los visitantes resulta en pequeñas acumulaciones de basuras, quitándole valor paisajístico.

La lenta y constante evolución que ha sufrido la acumulación de sedimentos sobre el sector Norte del cajón del río Trancura, en la zona deltaica y el establecimiento, ya definitivo de una nueva rama del río Trancura, situación que desde hace ya 10 a 15 años, casi no ha sufrido modificación. Desde el punto de vista práctico, esta situación juega un papel favorable para efectuar modificaciones con obras que permitan el aprovechamiento de la rama Norte como cauce "definitivo", en el sentido de inducir una disminución del caudal del actual río principal.

Entre las múltiples definiciones de humedal, sin duda la adoptada por la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971) en su artículo 1 es la que tiene una mayor aceptación a nivel científico y legal. En ella se define humedal como "*las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros*".... "*podrán comprender sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal*".

Como humedal, el sector es hábitat para una gran cantidad de avifauna, que es afectada sin duda tanto por los visitantes como por los desperdicios dejados por ellos. Esta condición de hábitat es dada principalmente por la gran cantidad de vegetación existente, que varía en un eje transversal desde la ribera de Lago.

ALGUNAS ESPECIES ENDÉMICAS ENCONTRADAS EN EL SECTOR

NOMBRE COMÚN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	DISTRIBUCIÓN
ARRAYÁN ROJO	MIRTÁCEAS	LUMA APICULATA (DC.) BURRET	ENTRE COLCHAGUA Y CHILOÉ
AVELLANO	PROTEÁCEAS	GENUINA AVELLANA MOL.	VALPARAÍSO A ISLAS GUAITECAS
BOLDO	MONIMIÁCEAS	PEUMUS BOLDUS MOL.	ENTRE FRAY JORGE Y OSORNO
CANELO	WINTERÁCEAS	DRIMYS WINTERI J.R. ET G. FORSTER	ENTRE RÍO LIMARÍ Y CABO DE HORNO
CULÉN	LEGUMINOSAS	OTHOLOBIUM GLANDULOSUM (L.) GRIMES	ENTRE COQUIMBO Y VALDIVIA
LUMA	MIRTÁCEAS	AMOMYRTUS LUMA (MOL.) LEGR. ET KAUSEL	ENTRE EL MAULE Y MAGALLANES
MAITÉN	CELASTRÁCEAS	MAYTENUS BOARIA MOL.	ENTRE COQUIMBO Y CHILOÉ
MAQUI	ELEOCARPÁCEAS	ARISTOTELIA CHILENSIS (MOL.) STUNTZ.	ENTRE ILLAPEL Y CHILOÉ
MICHAY	BERBERIDÁCEAS	BERBERIS SP.	
PELÚ	PAPILIONÁCEAS	SOPHORA MICROPHYLLA AIT. SUBFAM.	ENTRE EL MAULE Y PALENA
PETRA	MIRTÁCEAS	MYRCEUGENIA EXCUSSA (DC.)	ENTRE ACONCAGUA Y CHILOÉ
PEUMO	LAURÁCEAS	CRYPTOCARYA ALBA (MOL.) LOOSER	COQUIMBO A VALDIVIA
ROBLE	FAGÁCEAS	NOTHOFAGUS OBLICUA (MIRBEL) OERSTED	ENTRE EL RÍO ACONCAGUA Y CHILOÉ

²⁶ Según conversaciones con algunos representantes de la comunidad y funcionarios de la Municipalidad de Pucón.

SAUCE	SALICÁCEAS	SALIX SP. *	
-------	------------	-------------	--

*La especie no ha sido identificada, podría ser un híbrido de sauce chileno.

Llama la atención la gran cantidad de algas indicadores de un exceso de nutrientes en la desembocadura del río y la presencia de espuma. Esta probable contaminación debe ser respaldada de un estudio, que además debe indicar la fuente de deterioro de la calidad del agua.

Contaminación Agua

Lago Villarrica

Las materias que pueden causar contaminación son las siguientes:²⁷

- Sales inorgánicas, que endurecen el agua y producen incrustaciones en los sistemas de distribución aumentando la resistencia a la circulación y disminuyendo su capacidad de transporte.
- Ácidos o álcalis
- Materia orgánica, que consumiendo el oxígeno, genera olores y gustos desagradables.
- Sólidos en Suspensión que precipitan en el fondo o se depositan en las orillas y se descomponen causando olores y la disminución del oxígeno en las aguas dulces.
- Líquidos, sólidos flotantes. Comprenden aceites, grasas y materiales que flotan en la superficie. Impiden también el paso a través del agua.
- El color interfiere con la transmisión de la luz solar en la corriente y por lo tanto disminuye la acción fotosintética
- Las aguas a temperatura elevadas, disminuye el oxígeno disuelto, afectando la vida acuática.
- Productos químicos tóxicos
- Microorganismos
- Materiales radiactivos
- Compuestos que producen espumas

Son varias las fuentes que influyen sobre la calidad de aguas en Pucón. El año 1999 y 2000, el Departamento de Ecología del Estado de Washington concluyó que el fósforo presente en el lago Villarrica tiene su origen principalmente a través de la deforestación histórica de la cuenca del lago Villarrica; le siguen las praderas y la aplicación de fertilizantes, como la carga animal; la planta de tratamiento de aguas servidas de Pucón (9%): las descargas de aguas servidas de la comuna de Curarrehue (4.82%) y después, con porcentajes menores las aguas servidas de pisciculturas (menos de 0.58%), actividades agrícolas y aguas lluvias de las ciudades que llevan sedimentos al lago.

Siendo el Lago Villarrica receptor directo de la comuna, constituye uno de los sistemas naturales más afectados, a partir de la explosiva ocupación urbana específicamente de los años 30, ha sufrido una serie de alteraciones, que han afectado su entorno principalmente a raíz de la tala de especies nativas para el establecimiento de infraestructura urbana y para ser reemplazadas por especies arbustivas y ornamentales introducidas, provocando un impacto negativo en el biosistema natural del lago.

Además, el lago Villarrica es uno de los principales centros turísticos de la IX Región el que se ve sometido anualmente a una fuerte presión antrópica especialmente en el período estival, ya que en sus riberas se ubican dos importantes balnearios, como son Villarrica y Pucón. Esto ha hecho que sus aguas presenten evidentes signos de eutroficación y contaminación, pasando en pocos años de un estado de oligotrofia a uno de eutrofia. El lago muestra los signos de eutroficación, detectándose gran abundancia de algas filamentosas y un aumento de plantas acuáticas introducidas en las zonas ribereñas (Hauenstein *et al* 1996).

²⁷ Superintendencia de Servicios Sanitarios, 1999 Diagnóstico Nacional de Descargas y de los Sistemas de Tratamiento de Residuos industriales Líquidos

En relación a ello Campos et al (1986; en Armesto 1996) señala que el lago Villarrica tiene una cuenca muy intervenida, con un alto grado de transformación del paisaje natural, particularmente por la subdivisión de los predios para el desarrollo del turismo²⁸

En base al análisis de los datos entregados por CONAMA pertenecientes a la Armada de Chile entre el período 1993-2000 (Gráfico 2), existe una variación de los parámetros fósforo y nitrógeno a lo largo del tiempo. Al comparar las concentraciones registradas en 1993 con un valor promedio de 92.31 ppm para el fósforo y de 186.66 ppm con el nitrógeno, con los del año 2000 de 450.05 ppm para el fósforo y de 1934.5 ppm para el nitrógeno, se observa claramente un incremento de estos elementos en el cuerpo de agua, esto se debe a un aumento de las actividades asociadas al lago y a un incremento de la población en áreas adyacentes a este.

Estudios realizados por la DGA-UACH (1994) sobre "Evaluación de carga de Fósforo y Nitrógeno en el lago Villarrica". Este estudio tubo como hipótesis que las algas fitoplanctónicas están reguladas en sus poblaciones por las concentraciones de nutrientes disponibles. Así, un fuerte ingreso de nutrientes origina un aumento de algas, eutroficación. El concepto de eutroficación se definió como una excesiva fertilización de las plantas acuáticas, siendo los nutrientes que originan este proceso el fósforo y nitrógeno.

Este estudio contempló la investigación de 27 afluentes del lago Villarrica. En cada afluente se determinaron parámetros morfométricos, físicos y químicos. Los muestreos fueron bimensuales, en total seis muestreos. Obteniendo los siguientes resultados:

En cuanto a los afluentes, se pudo determinar que:

- La trofia de los afluentes del Lago Villarrica de acuerdo a concentración de fósforo y nitrógeno es alta.
- El rango de fósforo total de los afluentes estuvo entre 10,4 a 425,5 ug/l con un promedio de 82,8 ug/l. Dentro de este rango se contabilizaron: 7 hipereutróficos, 2 mesoeutróficos y 18 eutróficos.
- Las concentraciones de nitrógeno fueron entre 50,2 a 2946,1 ug/l con un promedio de 375,6 ug/l. Según la carga de nitrógeno total se contabilizaron en los afluentes: 8 oligomesotróficos, 1 hipereutrófico, 3 eutróficos, 2 mesoeutróficos y 13 ultraoligotróficos.
- La evaluación de los parámetros físicos y químicos en 14 variables. Se consideraron factores positivos, aquellos parámetros que corresponden a aguas limpias, y negativos, a los de agua contaminada.

CUERPOS DULCEACUÍCOLAS CON MAYOR CONTAMINACIÓN EN SU MATRIZ ACUOSA

Dulceacuícola	Matriz Acuosa	Matriz Sedimentaria
Contam. Metalogénica	L. Villarrica	L. Llanquihue
Contam. Orgánica	L. Villarrica	L. Llanquihue
Contam. Microbiológica	L. Ranco / R.Valdivia	-

Fuente: Informe Nacional de Chile sobre la Contaminación Marina provenientes de Fuentes Terrestres

Datos más recientes indican que dentro de los cuerpos de agua dulceacuícolas con mayor contaminación en su matriz acuosa se encuentra el lago Villarrica, entre 26 localidades monitoreadas por el estudio hecho por la dirección General del Territorio y Marina Mercante²⁹, por dos tipos de contaminación: Metalogénica y Orgánica microbiológica.

²⁸ Universidad Católica de Temuco, 2005 Proyecto Plan de Ordenamiento Territorial. Comuna de Pucón

²⁹ Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante, 2005 Informe Nacional de Chile sobre la Contaminación Marina Provenientes de Fuentes Terrestres. Organismos Participantes: CONAMA, Superintendencia de Servicios Sanitarios, Comisión Chilena de Energía Nuclear, Servicio Hidrográfico de la Armada de Chile. Presentación para la Reunión sobre el Desarrollo e Implementación del programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente Marino frente a las Actividades Realizadas en la Tierra. (PNUMA-CPPS)Guayaquil-Ecuador, 5 - 7 de abril de 2005

A pesar de eso, los resultados muestran que las concentraciones no pueden ser considerados riesgosas para las personas y la vida acuática.

RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN ESTE ESTUDIO PARA LA CALIDAD DE AGUAS DEL LAGO VILLARRICA (VALORES PROMEDIO):

VARIABLE	METALES PESADOS ENCONTRADOS AGUA (UG/L)	METALES PESADOS ENCONTRADOS SEDIMENTOS (MG/KG)	NUTRIENTES ENCONTRADOS AGUA (MG/L)	NUTRIENTES ENCONTRADOS SEDIMENTOS (MG/KG)	CONSTITUYENTES ORGÁNICOS AGUA	CONSTITUYENTES ORGÁNICOS SEDIMENTOS
MERCURIO	< 0,045	0,064				
CADMIO	< 0,030	1,748				
PLOMO	4,333	5,420				
COBRE	6,533	51,060				
ZINC	134,600	78,233				
CROMO	< 15,000	18,570				
NITRATO			<0,001			
FOSFATO			0,807			
AMONIO			0,039			
N TOTAL			3,583	105,776		
P TOTAL			0,647	196,778		
MATERIA ORGÁNICA (%)				0,920		
DBO (MG/L)					1,167	
DQO (MG/L)					7,200	
CLOROFILA (UG/L)					0,340	
POCL(NG/G)*						< 0,04
CONIFORMES FECALES (NMP/100ML)					1,87	

* Pesticidas Organoclorados

Fuente: Dirección de Intereses Marítimos y Medio Ambiente Acuático, 2003 ³

Según estos antecedentes, si bien no se aprecian procesos severos de contaminación metalogénica y orgánica en los sedimentos del lago Villarrica, las actividades desarrolladas en los principales centros poblados (Villarrica y Pucón) tienen efecto sobre la calidad ambiental en la matriz sedimentaria de dichos sectores.³⁰

Las aguas del lago Villarrica presentaron mayores contenidos de algunos metales en los sectores de Villarrica y Pucón, que probablemente se encuentren asociados con las actividades antrópicas desarrolladas en estos centros poblados. De los nutrientes, solo el nitrógeno total se presentó en concentraciones apreciables, aunque fue una situación generalizada. Los indicadores restantes no evidenciaron la presencia de condiciones adversas para este cuerpo de agua. Los sedimentos evidenciaron con mayor claridad el impacto de los asentamientos humanos instalados en la ribera del lago sobre la calidad metalogénica de los sedimentos. Los fondos lacustres del sector evidenciaron aportes importantes de zinc y cromo en los sedimentos, mientras que frente a Villarrica se pudo constatar contenidos de cobre y plomo, aunque comparativamente en niveles de menor magnitud que los observados en Pucón.

El enriquecimiento orgánico de los fondos fue más evidente frente a la ciudad de Villarrica. En este sector se encontró contenidos importantes de nitrógeno en los fondos sedimentarios. Aunque en general la cantidad de materia orgánica fue poco significativa, los mayores porcentajes relativos se asociaron con sedimentos provenientes de la localidad de Villarrica.

³⁰ Dirección de Intereses Marítimos y Medio Ambiente Acuático, 2003 Estudio de la Calidad Ambiental de los Cuerpos de Agua Navegables de Chile al Año 2003. Plan de Acción para la protección del medio marino y áreas costeras del pacífico sudeste, Comisión Permanente del pacífico Sur (CPPS) & Programas de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)

Para un análisis de los datos y evaluando la calidad ambiental actual de las distintas matrices ambientales, se comparan los valores anteriores con criterios referenciales aplicados en distintos países desarrollados:

CRITERIOS DE CALIDAD REFERENCIALES APLICADOS POR TIPO DE MATRIZ AMBIENTAL PARA CONTRASTAR LOS VALORES DETECTADOS EN ESTE ESTUDIO.

ANALITO	AGUA DULCE	AGUA DE MAR	ANALITO	AGUA DULCE	AGUA DE MAR
Mercurio	0,77 µ g/L	0,94 µ g/L	Mercurio	0,15 mg/Kg	0,8 mg/Kg
Cadmio	2,2 µ g/L	9,3 µ g/L	Cadmio	1,2 mg/Kg	7,75 mg/Kg
Plomo	2,5 µ g/L	8,1 µ g/L	Plomo	47 mg/Kg	33 mg/Kg
Cobre	9,0 µ g/L	2,4 µ g/L	Cobre	34 mg/Kg	34 mg/Kg
Zinc	120 µ g/L	81 µ g/L	Zinc	150 mg/Kg	190 mg/Kg
Cromo	11 µg/L	50 µg/L	Cromo	81 mg/Kg	25 mg/Kg

Fuente: Dirección de Intereses Marítimos y Medio Ambiente Acuático⁸

Residuos Sólidos

La recolección de los residuos sólidos de la comuna es realizada por el municipio de manera periódica, variando entre los períodos de mayor demanda. En la época estival, donde la población de Pucón prácticamente triplica su número, la frecuencia de recolección es diaria, siendo el sistema bien evaluado por los pobladores, con cierta disconformidad por los horarios de retiro de basura, que varían según la ruta planificada por los camiones municipales. Para este período del año, el municipio contrata el servicio de 2 camiones adicionales de recolección, aumentando la flota temporalmente, con el objetivo de satisfacer la demanda de toda la comuna.



Ojos del Caburga, Dic.2006.

Los contenedores del espacio rural son de madera y tienen una capacidad aproximada de 3m³. Son dispuestos a cada 50 a 200 metros lineales, en cada una de las localidades rurales.³¹

A pesar de la frecuencia de retiro, se pueden observar algunos puntos donde los contenedores no dan abasto con la demanda durante el período estival. Sin embargo, esta problemática no es común, y solo es percibida en algunos puntos de la comuna donde la carga diaria de visitantes es muy alta.

No existe un sistema de separación en origen de los residuos sólidos domiciliarios. Su totalidad es llevada directamente al vertedero municipal, y su disposición final no es segregada, con excepción de aquellos residuos orgánicos provenientes de la mantención de las áreas verdes, que son dispuestos en forma separada en el mismo recinto

Vertedero Pucón

Se localiza a 17 km. de Pucón, a 2 km. desde el camino internacional, sector de Los Nevados. Tiene una superficie total de 40 há, donde solo tres de ellas están siendo utilizadas actualmente. Recibe 1.041 toneladas mensuales y atiende una población aproximada de 8.160 habitantes urbanos y 2.500 habitantes rurales. Se encuentra adyacente los terrenos de Mónica Sabugal. Según fuente proveniente de la Universidad de la Frontera, se encuentran también aledaños a la comunidad indígena de Julian Collinao³²

La vida útil proyectada para el vertedero es de 10 años. Recibe tanto los residuos de la comuna de Pucón como también parte de los residuos de Currarrehue.

³¹ Entrevista realizada a Don Robison Quezada, encargado del departamento de Aseo y Ornato de la comuna. 17/12/06

³² Según información de la página <http://www.ima.ufro.cl/siamb/p07031.html>, Sistema de Información Ambiental de la Región de la IX Región de Chile. (Instituto de Medio Ambiente, Universidad de la Frontera, Contacto con Christoph Albers)

Su funcionamiento es similar a un relleno sanitario, con una zanja de 120 metros de largo por 15 de ancho y con una profundidad máxima de 5.5 metros, recubierta en su fondo con polietileno de alta densidad. Posee una chimenea de evacuación de gases y cañería recolectora de gases. Las 2 hectáreas de un total de 40, en donde se ubica el vertedero, se proyectan que serán llenadas para el presente año. También existen otras tres áreas más, ya sea para el depósito de desechos de construcción, otro para depósitos orgánicos como pastos o ramas, y un último para el botadero de vehículos. Si bien es cierto que los problemas ambientales, que ha experimentado este vertedero de Pucón en los años posteriores a su funcionamiento, producto quizás del explosivo aumento del manejo de los residuos sólidos urbanos en la temporada estival acompañados de problemas de gestión en su funcionamiento, en la actualidad, estos se han ido minimizando.

Según informe del Plan de Ordenamiento Territorial de Pucón, el diagnóstico de su funcionamiento es el siguiente³³:

- Falta de instalaciones básicas, para mantener la higiene del personal como también el lavado de los camiones.

Actualmente, el sector de lavado de camiones se encuentra inhabilitado y en este sector se encuentra un botadero no regulado, donde se encuentran residuos de mayor tamaño, como muebles usados, escombros, restos de pintura, barnices y otros. En este sector los desechos se encuentran descubiertos, constituyéndose como un foco de vectores (insectos y roedores).

- Pesaje de residuos.
- Desechos descubiertos.
- Presencia de vectores.
- Ausencia de canales para desviar el agua de escurrimiento.
- No existe tratamiento de lixiviados.
- Control de gases.



Imagen: Sitio de disposición de residuos orgánicos vegetales, provenientes principalmente de podas y reparaciones de áreas verdes. Vertedero Pucón, Dic 2006.

La vida útil proyectada para el vertedero y el impacto que tiene sobre los cuerpos de agua (importantes para la aptitud turística de la comuna), hace imprescindible contar con un sistema de mayor eficiencia.

Conceptos considerados en el Plan de Ordenamiento Territorial

1. Residuos Sólidos

El término residuos sólidos incluye todos los materiales sólidos desechados de actividades municipales, industriales o agrícolas. En este estudio se entenderá por residuos sólidos sólo aquellos que son responsabilidad de un municipio y que usualmente son recolectados por él. Las áreas residenciales y comerciales, junto con ciertas operaciones industriales, son las fuentes de estos residuos municipales “no peligrosos”.

La caracterización de los residuos o desechos sólidos municipales es difícil a causa de la diversidad de sus componentes, muchos de los cuales no se deberían “desperdiciar”. Los objetivos de la administración de los residuos sólidos deben ser de controlar, recolectar, procesar, utilizar y eliminar los residuos sólidos de la manera más económica, congruente con la protección de la salud pública.

33 Plan Ordenamiento Territorial Pucón, 2003 Universidad Católica de Temuco.

Para este fin, la EPA, adoptó una jerarquía de administración de residuos, las cuales están destinadas a utilizarse como una guía por las comunidades durante la elaboración de planes de administración de residuos. Los cuatro elementos de jerarquía son los siguientes:

- Reducción en la fuente (incluye volver a utilizar los productos y llevar a cabo la formación casera de la conversión en abono).
- Reciclaje de materiales.
- Combustión (de preferencia con recuperación de energía).
- Rellenos de tierras.

Esta jerarquización busca que la administración tienda a una mayor recuperación de productos para el reciclaje y conversión en abono, y a una reducción en la eliminación de residuos sólidos municipales (RSM) en rellenos de tierra.

2. Relleno Sanitario

Relleno sanitario, se refiere a una instalación ingenieril para la evacuación de RSU, diseñada y explotada para minimizar los impactos ambientales y sobre la salud pública.

Los elementos principales que se deben considerar en la planificación, diseño y explotación de rellenos sanitarios incluye:

- Trazado y diseño.
- Explotación y gestión.
- Reacciones que se producen.
- Gestión de gases.
- Gestión de lixiviados.
- Supervisión ambiental.
- Clausura y mantenimiento postclausura.

3. Composición y Características, Generación, Movimiento y Control de los Gases de Vertedero

Se puede conceptuar un relleno sanitario como un reactor bioquímica con residuos y agua como entradas principales, y con gases de vertedero y lixiviado como principales salidas.

El material almacenado en el relleno sanitario incluye: material orgánico parcialmente biodegradado y otros materiales inorgánicos de los residuos originalmente colocados en el relleno. Se emplean los sistemas de control de los gases del vertedero para prevenir el movimiento indeseable hacia la atmósfera de los gases de vertedero, o el movimiento lateral o vertical a través del suelo circundante. Este gas si se recupera puede ser utilizado para producir energía, o se puede quemar, bajo condiciones controladas, para disminuir la emisión de constituyentes dañinos para la atmósfera.

4. Composición y Características del Gas de Vertedero

El gas de vertedero esta compuesto de varios gases que están presentes en grandes cantidades (gases principales) y de varios gases que están presente en pequeñas cantidades (oligogases). Los gases principales proceden de la descomposición de la fracción orgánica de los RSU. Algunos de los oligogases, aunque presentes en pequeñas cantidades, pueden ser tóxicos y podrían presentar riesgos para la salud pública.

5. Constituyentes Principales del Gas de Vertedero

Los gases que se encuentran en los rellenos sanitarios incluyen amoníaco (NH₃), dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), hidrógeno (H₂), sulfuro de hidrógeno (H₂S), metano (CH₄), nitrógeno (N₂) y oxígeno (O₂). En la Tabla 6, se presentan las distribuciones porcentuales típicas de los gases que se encuentran en un relleno sanitario de RSU. El metano y el dióxido de carbono son los principales gases procedentes de la descomposición anaerobia de los componentes biodegradables de los residuos orgánicos en los RSU. Cuando el metano está

presente en concentraciones de entre el 5 y el 15%, es explosivo, como se muestra en la siguiente tabla:

CONSTITUYENTES TÍPICOS ENCONTRADOS EN EL GAS DE VERTEDERO DE RSU.

Componente	Porcentaje (base volumen seco)
Metano	45-60
Dióxido de Carbono	40-60
Nitrógeno	2-5
Oxígeno	0,1-1,0
Sulfuros, disulfuros, mercaptanos y otros.	0-1,0
Amoníaco	0,1-1,0
Hidrógeno	0-0,2
Monóxido de carbono	0-0,2
Constituyentes en cantidades trazas	0,01-0,6

Fuente: POT Pucón, 2005.

6. Constituyentes del Gas de Vertedero en Cantidades Traza

En la siguiente tabla, se presentan datos resumidos sobre las concentraciones de los oligocompuestos encontrados en las muestras de los gases de vertedero. Se encontraron un total de 116 compuestos orgánicos los que son clasificados como compuestos orgánicos volátiles (COV). Hay que resaltar que la frecuencia de concentraciones significativas de COV en el gas está asociada a rellenos antiguos, que aceptaban residuos industriales y comerciales que contienen COV. En los vertederos más modernos, donde está prohibida la evacuación de residuos peligrosos, las concentraciones de COV en el gas del vertedero han sido extremadamente bajas.

CONCENTRACIONES DE LOS OLIGOCOMPUUESTOS ENCONTRADOS EN LOS GASES (POT, PUCON, 2003)

Compuesto	Concentración, ppbVb		
	Mediana	Media	Máxima
Acetona	0	6.838	240.000
Benceno	932	2.057	39.000
Clorobenceno	0	82	1.640
Cloroformo	0	245	12.000
1,1-Dicloroetano	0	2.801	36.000
Diclorometano	1.150	25.694	620.000
clorodietileno	0	130	4.000
Tras-1.2-Dicloroetano	0	2.835	20.000
2.3-Dicloropropano	0	36	850
1.2-Dicloropropano	0	0	0
Bromuro de etileno	0	0	0
Oxido de etileno	0	59	2.100
Etilbenceno	0	0	0
Metil-etil-cetona	0	7.334	87.500
1.1.2-Tricloroetano	0	3.092	130.000
1.1.1-Tricloroetano	0	0	0
Tricloroetileno	0	615	14.500
Tolueno	8.125	34.907	280.000
1.1.2.2-Tetracloroetano	0	246	16.000
Tetracloroetileno	260	5.244	180.000
Cloruro de vinilo	1.150	3.508	32.000
Estirenos	0	1.517	87.000
Acetato de vinilo	0	5.663	240.000
Xileno	0	2.651	38.000

7. Generación del Gas de Vertedero

La generación de los principales gases del relleno sanitario se produce en cinco o menos fases secuenciales. A continuación se describen cada una de estas fases:

Fases I: Ajuste Inicial

Es aquella en que los componentes orgánicos biodegradables de los RSU sufren descomposición microbiana, la que se produce bajo condiciones aerobias.

Fase II: Fase de Transición

En esta etapa desciende el oxígeno y comienza a desarrollarse condiciones anaerobias. Mientras el relleno se convierte en anaerobio, el nitrato y el sulfato, que pueden servir como receptores de electrones en reacciones de conversión biológica a menudo se reducen a gas nitrógeno y sulfuro de hidrógeno.

Fase III: Fase Ácida

Se acelera la actividad microbiana iniciada en la fase II con la producción de cantidades significativas de ácidos orgánicos y pequeñas cantidades de gas de hidrógeno.

Fase IV: Fase de Fermentación del Metano

Un segundo grupo de microorganismos que convierten el ácido acético y el gas de hidrógeno producidos por los formadores de ácidos en la fase ácida en CH₄ y CO₂, llegan a ser más predominantes. Los microorganismos responsables de esta conversión son estrictamente anaerobios y se llaman metanogénicos o formadores de metano.

Fase V: Fase de Maduración.

Se produce después de convertirse el material inorgánico biodegradable en CH₄ y CO₂ durante la fase IV. Durante esta fase la velocidad de generación del gas disminuye significativamente, porque la mayoría de los nutrientes disponibles se han separado con el lixiviado durante las fases anteriores, y los sustratos que quedan en el vertedero son de una degradación lenta.

Duración de las fases de producción de gas de vertedero variará según la distribución de los componentes orgánicos del vertedero, la disponibilidad de nutrientes, el contenido de humedad de los residuos, el paso de humedad por el relleno y el grado de compactación.

5. Control de los Gases

El control del movimiento de los gases debe enfocarse a reducir: las emisiones atmosféricas, minimizar la salida de emisiones olorosas, minimizar la migración subsuperficial del gas, y permitir la recuperación de energía a partir de metano. Los sistemas de control se pueden clasificar como pasivos y activos. En los sistemas pasivos de control de gas se utiliza energía en forma de vacío inducido para controlar el flujo del gas.³⁴

Calidad de Aire

Como fuentes de contaminación del aire en la comuna podemos identificar tres: el material particulado levantado por los vehículos, los residuos provenientes de la utilización de la leña y olores desagradables provenientes de la actividad de las pisciculturas instaladas, constituyéndose esta última en focos puntuales.

Los camiones y vehículos que circulan por los caminos locales de la comuna provocan una suspensión de material particulado por el roce con los caminos sin pavimento. La dependencia del

³⁴ POT Pucón, 2003

flujo vehicular y calidad de los caminos hace difícil cuantificar este impacto. Además, no existe un estudio de calidad de aire de la comuna.

El olor desagradable producto de algunas pisciculturas se debe a la pudrición de la materia orgánica de desecho. La presencia de olores es intermitente, según los mismos relatos de los vecinos afectados. Las medidas para evitar este impacto sería un eficiente tratamiento de residuos por parte de aquellos planteles con problemas.

La principal fuente de energía utilizada en Pucón para la calefacción es la leña, actividad que afecta la calidad de aire de la comuna, condición que se agrava en los días de alta presión y baja temperatura, lo que sumado a la situación geográfica de Pucón, con cerros por el sur y la península por el poniente, concentra gran cantidad de polución cuando no hay viento.

Esto, de todas formas es algo que preocupa a las autoridades, no solo a las de competencia gubernamental en el tema, como CONAMA y CONAF, sino a organismos extranjeros, como el Servicio Alemán de Cooperación Social y Técnico (DED), institución de transferencia tecnológica para la protección del medio ambiente.

Este es un asunto que inquieta a nivel regional, sobre todo por los altos registros de contaminación del aire que muestra particularmente Temuco y Padre Las Casas. Ahí definitivamente se han debido aplicar medidas de emergencia, pues el mal uso de la leña ha terminado por transformar el consumo de este recurso. CONAMA y CONAF han creado por esto mecanismos de certificación a aquellos productores y comerciantes de leña que califiquen.

Ruido

Debido a la topografía de la comuna, el sector rural tiene amortiguadores naturales de presión sonora, que determina una baja contaminación acústica en los sectores rurales. A pesar de esto, la mayor frecuencia de paso vehicular, principalmente en los atractivos turísticos más visitados puede ocasionar molestias a los pobladores. Sin embargo, aún en Chile no existe una normativa para fuentes móviles de ruido molesto.

Residuos Líquidos

En general, con respecto a las aguas servidas domésticas, la comuna cuenta en su mayoría con un sistema de tratamiento, sea por la conexión al sistema de alcantarillado o utilización de fosas sépticas. El 72,2 % viviendas de Pucón se encuentran conectadas a la red de alcantarillado o utilizan fosa séptica (Encuesta PET, Mayo 2001, Citado Pladeco Pucón). El otro 28% de las viviendas aún cuentan con el sistema de pozos negros en varios puntos de la comuna.

El D.S. 236/26 en su artículo 6 señala que todo sistema individual o comunitario deberá tener un radio de a lo menos 20 metros de cualquier fuente de agua destinada para el consumo humano.

Con respecto al manejo, transporte y disposición de los lodos provenientes de las fosas sépticas, la misma norma contempla lo siguiente:

Artículo 48º.- El transporte y disposición de los lodos generados en fosas sépticas y sistemas similares deberán contar con la autorización sanitaria correspondiente.

Artículo 49º.- Los lodos generados en tanques o fosas sépticas solo se podrán disponer en sistemas de alcantarillado de red pública, plantas de tratamiento de aguas servidas domésticas u otro lugar debidamente autorizado por el organismo competente.



Ojos del Caburga, Dic 2006.

Artículo 50º.- El transporte de lodos generados en fosas sépticas o sistemas similares deberá realizarse en vehículos de la antigüedad reglamentaria y rotulación según DS 298/94, del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.

Con respecto a los pozos negros aún existentes es difícil determinar el nivel de contaminación de estos pozos negros sobre los cursos de agua subterránea y superficial sin un estudio y monitoreo permanente. Existen una serie de variables que son importantes para el impacto de los pozos negros sobre la napa freática (para definir amenaza de carga contaminante):

- Tipo de Suelo.
- Distancia de pozos negros a nivel freático.
- Densidad de Pozos Negros en el área.

La contaminación potencial de los acuíferos podría provenir tanto de la presencia de pozos negros como también de otros contaminantes difusos (agroquímicos, principalmente fertilizantes) encontrados en el agua, podrían ser los nitratos, nitritos, amoníaco, coliformes totales y fecales, *Escherichia coli* y fósforo.

Problemas Ambientales por Actividades Productivas

Pisciculturas

El impacto de esta actividad sobre esteros, ríos y lagos se produce principalmente por la descarga de desechos metabólicos y exceso de alimento, los cuales producen importantes modificaciones en el medio ambiente. Las pisciculturas al retirar el agua de un río para devolverlas río abajo, producen efectos morfológicos, físicos, químicos y biológicos en el sistema acuático. La abundante producción de materia orgánica rica en fósforo y nitrógeno pueden alterar en forma considerable la característica oligotrófica de dichos cuerpos de agua.³⁵

El efluente que sale de una piscicultura, tiene una composición química diferente al afluente que ingresa, de acuerdo con los antecedentes que aporta la literatura, los factores físicos que más varían son la temperatura, turbidez y color. Los factores químicos que más cambian la calidad del agua son los componentes nitrogenados como los nitratos, amonio, nitritos y nitrógeno orgánico disuelto. Los otros componentes de importancia son los fósforos (fósforo total disuelto y los ortofosfatos).³⁶

En base a lo anterior, se puede afirmar que esta actividad tiene un efecto en el medio ambiente. Sin embargo, existen diferencias entre uno u otro establecimiento con respecto al grado de impacto negativo producido. Estas diferencias tienen relación con el sistema de gestión productiva, que debe incorporar una serie de medidas para minimizar y mitigar dichos impactos.

Según el catastro realizado por el Plan de Ordenamiento Territorial de Pucón, en el año 2005, se encuentran 14 establecimientos, sin embargo, uno de ellos, perteneciente al Fundo La Cascada se encuentra fuera de los límites comunales, hacia la comuna de Villarrica.

De un total regional de 72 pisciculturas, 57 se encuentran en la cuenca del Toltén y 26 se encuentran en la cuenca del Villarrica.³⁷ En la comuna de Pucón existen 6 pisciculturas fuera del sistema de evaluación de impacto ambiental y 4 que han sido tramitadas por este sistema, no necesariamente teniendo calificación favorable.

³⁵ Universidad Católica de Temuco, 2005 Proyecto Plan de Ordenamiento Territorial. Comuna de Pucón.

³⁶ Universidad Católica de Temuco, 2005 Proyecto Plan de Ordenamiento Territorial. Comuna de Pucón.

³⁷ Hernández, Marta, 2006 Antecedentes Generales en Materia de Construcción de Normas Secundarias en la Región de la Araucanía. Comisión Nacional del Medio Ambiente.

De acuerdo a la Dirección General de Pesca IX Región en la comuna de Pucón se ubican los siguientes centros de cultivo de recursos hidrobiológicos con su respectiva resolución otorgada por la Subsecretaría de Pesca, todos dedicados al cultivo de salmónidos.

PISCICULTURAS RECONOCIDAS POR SERNAPESCA

	Nombre	Ubicación	Resolución SSP
1	Piscicultura Huililco	Carileufu, Ojos del Caburgua	1260/1996
2	Carla Nicolini	Carhuello	2493/2000
3	Fundo El Turbio	Río Menetue	2338/2002
4	Patagonia Salmón Farming	Huepil, río Liucura	1077/2001
5	Aquachile	Quetroleufu, Ojos del Caburgua	2296/2002
7	Soc. Fundo La Cascada	Río Atravesado	814/1998
8	Mariana Metzger	Estero Quetroleufu	1424/1999
9	Entre Ríos S.A.	Río Caburgua	1769/1999

Fuente: POT, 2003

PISCICULTURAS ENCONTRADAS EN LA COMUNA CON O SIN CALIFICACIÓN AMBIENTAL

	Nombre	Ubicación	Resolución Ambiental (CONAMA)
1	Carla Nicolini	Carhuello	-
2	Fundo El Turbio	Río Minetue	0082 03/07/02 Marco Sandoval
3	Patagonia Salmón Farming	Huepil, río Liucura	-
4	Caburgua II, Aquachile	Quetroleufu, Ojos del Caburgua	0136 – 17/10/03 Aquachile S.A.
5	Caburgua I, Aquachile	Km. 18 Camino Pucón – Caburgua	-
6	Soc. Fundo La Cascada	Río Atravesado	-
7	Mariana Metzger	Estero Quetroleufu	-
8	Entre Ríos S.A.	Río Caburgua	En calificación
9	Tecnoacuicola Pucón	Km. 14, Camino Pucón – Caburgua (sector Quetroleufu)	-
10	Huililco Ltda.	Km 17, Camino Pucón – Caburgua (sector Carileufu)	-
11	Piscicultura	Parque Nacional Huerquehue, Refugio	-
12	Audito Krawsse	Coilaco Alto	-
13	Piscicultura La Barda	-	-
14	Jorge Vivar	Los Riscos	-

Fuente: SEIA (CONAMA), POT(2003), Trabajo terreno consultora

La representación gráfica de la ubicación de algunas de estas pisciculturas se encuentran en la Carta N°10, de Recursos Hídricos. Cinco de las catorce pisciculturas señaladas se encuentran en la cartografía, debido a que no existe información georeferenciada de las nueve restantes.

Las cinco pisciculturas señaladas en la carta pudieron ser localizadas en terreno y coinciden con la información cartográfica contenida en el POT²³. Según el estudio realizado por la Universidad Católica de Temuco³⁸ sólo nueve instalaciones se encuentran reconocidas por SERNAPESCA. Una de ellas se encuentra en las inmediaciones del Parque Nacional Huerquehue, en situación irregular.



Proliferación de algas y vegetación acuática. Estero Correntoso, Enero, 2006.

³⁸ Universidad Católica de Temuco, 2005 Proyecto Plan de Ordenamiento Territorial. Comuna de Pucón.

La piscicultura más antigua tiene aproximadamente 20 años de funcionamiento y la cantidad de estanques por establecimiento varía entre 22 a 102 estanques.

En general, el sistema de tratamiento de la actividad en Pucón consta de piscinas de decantación. Sólo una de ellas presenta sistema de filtros rotatorios. La finalidad del tratamiento por sedimentación (en la piscinas de decantación) es eliminar los sólidos fácilmente sedimentables y el material flotante, y con esto reducir el contenido de sólidos en suspensión del agua. Los tanques de sedimentación primaria proporcionan el principal grado de tratamiento del agua residual, y en algunos casos, como paso previo al tratamiento posterior. Cuando se utilizan como único medio de tratamiento, como es el caso de algunas las pisciculturas de la comuna de Pucón, sirven para eliminar sólidos sedimentables, que pueden formar depósitos de fangos en las aguas receptoras. Los tanques de sedimentación primaria, bien dimensionados y explotados con eficiencia eliminan entre el 50 al 70% de los sólidos suspendidos y entre el 25 al 40% de la DBO.

Sin embargo, los estanques de sedimentación eliminan gran cantidad de impurezas, pero no consideran la eliminación de sustancias como antibióticos y otras sustancias químicas las cuales son devueltas al efluente correspondiente, lo que estaría contribuyendo al cambio paulatino de las características de los cursos fluviales intervenidos.

El transporte y disposición final de los lodos, bajo responsabilidad de cada empresa, deben ser retirados por empresas externas autorizadas. El transporte de estos ha generado descontento en la comunidad, lo que se ve reflejado en las discusiones del concejo municipal acerca del tema. Los tanques de decantación, emplean principios básicos para el tratamiento de las aguas residuales, siempre que el líquido contenga sólidos en suspensión en relativo reposo, y los sólidos de peso específico superior al líquido, tengan la tendencia a depositarse, y los de menor peso específico tiendan a ascender. La finalidad del tratamiento por sedimentación es eliminar los sólidos fácilmente sedimentables y el material flotante, y por lo tanto, reducir el contenido de sólidos en suspensión del agua.

El impacto visual sobre las aguas consiste en la eutrofización de los cursos, cuyo indicador es la proliferación de algas y plantas acuáticas en parte del río o estero.

Según el estudio realizado por la Subsecretaría de Pesca y la Universidad Austral de Chile, el 5 de enero de 1990⁷, en un convenio titulado "Determinación del Impacto Ecológico de Pisciculturas en Sistemas Fluviales y Lacustres, regiones IX y X" se considera:

- Los caudales deben ser considerados un factor limitante para la actividad de cultivo. La disponibilidad de caudal natural de acuerdo a estos resultados debe ser considerada en su capacidad de dilución de los emisarios.
- La temperatura muestra un aumento paulatino en la medida que el río avanza desde su cabecera hacia su desembocadura.



Impacto visual de una piscicultura sobre el paisaje ribereño, río Carhuello. Sector de Carhuello, Diciembre de 2006.

- El color es un indicador de aumento de material disuelto y en suspensión en el agua.
- El fósforo total, es un buen indicador del impacto de las pisciculturas en el río. Las concentraciones de verano, de las estaciones de las pisciculturas, fueron superiores al resto de las otras estaciones.
- El nitrato es un buen indicador del impacto de las pisciculturas. La presencia de nitrito en sí es un factor negativo.

La Comisión Nacional de Medio Ambiente ha redactado una serie de normativas secundarias, que se encuentran en diferentes estados de

avance, tendientes a regularizar la situación ambiental en Chile, especialmente en lo que se refiere a límites máximos de concentración tanto en los niveles de emisión como en los contenidos máximos que aseguren una condición saludable en la calidad de los cuerpos de agua marinos y continentales superficiales. Como base para la elaboración de estas normas es necesario un estudio que la respalde. Por este motivo es que la ONG "Buenas Ideas", con el apoyo financiero del Gobierno Regional trabaja en el proyecto de esta norma, en especial en el estado de la calidad de agua del Lago Villarrica.

Los residuos sólidos, envases y principalmente restos de materia prima, son dispuestos mayoritariamente en las tradicionales excavaciones en el suelo imitando un relleno sanitario, mientras que otros entregan parte de los residuos para derivarlos a la fabricación de harina de pescado. La disposición sobre suelo, particular o municipal, pasa a ser un foco de proliferación de vectores (roedores, aves, insectos), emanaciones de gases y en consecuencia malos olores, y en zonas con altas precipitaciones, origina un arrastre de carga contaminante hacia las aguas subterráneas y/o cuerpos hídricos aledaños. Residuos sólidos que deberían destinarse a plantas elaboradoras de harina para concentrado, y sólo ante la inexistencia de ésta u otras opciones de reaprovechamiento.³⁹

Turismo

El impacto provocado por la actividad turística proviene de varios tipos de uso de los recursos naturales que tiene Pucón como atractivos turísticos.

El río Trancura es considerado como uno de los ríos con mayor demanda para el rafting y pesca deportiva. El impacto ambiental en el río, por uso no controlado de las riberas, tienen relación directa sobre el número de visitantes, tras bajar y subir de las embarcaciones. Esto ha traído consecuencias en la degradación de los suelos, así como en el impacto al equilibrio de flora y fauna del sector. Las estadísticas indican que son 33.800 las personas que descendieron durante el año 2004 este caudal en balsas de rafting y en menor cantidad en actividades anexas, como el kayak, ducky e hidrospeed.

En los períodos altos de la actividad (Enero-Febrero), el tráfico promedio de rafting por el río Trancura supera las 60 balsas diarias, transportando a más de 400 personas. Con este ritmo de actividad, el impacto sobre el medio ambiente resulta inevitable y considerable.



Letrero en el Atractivo Turístico Cuevas Subterráneas. La vegetación es uno de los componentes importantes para la actividad turística desde la perspectiva de atractivo paisajístico. Dic 2006

Actividad Maderera



Artesanía Pucón camino hacia Catripuyi

A pesar de que la actividad predominante en Pucón es el turismo y escasamente se desarrollan otras actividades económicas, existen prácticas silvícolas tradicionales para la producción maderera, desarrollando éstas principalmente a través del manejo de renovales de roble, raulí, coigüe y plantaciones con estas mismas especies. La actividad principal respecto al recurso es la extracción de madera tanto para consumo propio de leña, carbón y construcciones, como para venta de leña, durmientes, metros ruma, tejuelas, entre otros; además de la extracción de especies como laurel y raulí (principalmente) para la venta o elaboración propia de

³⁹ Universidad Católica de Temuco, 2005 Proyecto Plan de Ordenamiento Territorial. Comuna de Pucón.

artesanía.¹⁴

Los sectores representativos de la actividad forestal en la comuna corresponden a Candelaria, El Claro, Quetroleufu, Villa San Pedro, Relicura, San Luis y Coilaco; y en algunos sectores de las zonas bajas de Llafenco, Palguín, Paillaco y Huife. Los centros compradores corresponden a aserraderos de poca tecnificación ubicados en los sectores de Menetúe-San Luis, y Huife Bajo preferentemente; el sector El Claro; Villarrica y eventualmente otros lugares del país como Santiago, cuyo producto de compra son las tejuelas.

Según datos de los mismos habitantes la leña preferida para la leña es el hualle (*Nothofagus obliqua*).

Respecto a la extracción de productos forestales no madereros, no existe información que verifique que tales actividades se realicen a nivel de microempresa o pequeña empresa. Sin embargo, existen antecedentes respecto a la recolección de piñones, semillas de araucaria que por mucho tiempo han formado parte importante de la dieta base de los indígenas de la zona, en la actualidad aún se colectan en los bosques de los Parque Nacional Villarrica y Huerquehue y en otras áreas donde existe esta conifera, los cuales se venden en Marzo y Abril en los mercados y negocios de toda la región.



Actividad extractiva de helechos y hierbas para ser utilizadas en arreglos florales (recursos del bosque no madereros). Dic. 2006

Con respecto al impacto de los aserraderos, según Informe Nacional de Chile sobre la Contaminación⁴⁰ esta es una de las cinco actividades industriales que generan mayor cantidad de sólidos suspendidos y la octava en generar mayor cantidad de DQO.

Actividad Ganadera



En Pucón existe ganadería extensiva (bovina y ovina para leche y carne) y ganadería exótica (cabras, ciervos y búfalo) En estas actividades se utilizan tanto praderas naturales como artificiales. También los sitios de vega constituyen un importante recurso alimenticio para el ganado e el período estival. La avena es plantada en pequeños paños y es utilizada principalmente para los animales.

La ganadería lechera tiene mayor impacto ambiental debido a la estabulación. El manejo de praderas implica la utilización de grandes cantidades de fertilizantes y otros agroquímicos, provocando contaminación difusa por estos componentes.

Además el sobre pastoreo deteriora los suelos, causando erosión.

⁴⁰ Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante, 2005 Informe Nacional de Chile sobre la Contaminación Marina Provenientes de Fuentes Terrestres. Organismos Participantes: CONAMA, Superintendencia de Servicios Sanitarios, Comisión Chilena de Energía Nuclear, Servicio Hidrográfico de la Armada de Chile. Presentación para la Reunión sobre el Desarrollo e Implementación del programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente Marino frente a las Actividades Realizadas en la Tierra. (PNUMA-CPPS)Guayaquil-Ecuador, 5 - 7 de abril de 2005

UNIDADES AMBIENTALES⁴¹

Las unidades ambientales identificadas consideran los siguientes criterios:

- Grado de antropización, entendiéndose éste como el grado de alteración (cambio de naturalidad) que ha tenido el medio por parte de acciones antrópicas (acción originada por el hombre) lo que lleva al cambio de la composición vegetal.
- Uso de suelo, entendiéndose como los distintos tipos de uso y el grado de extracción de los recursos naturales de cada área desde el punto de vista antrópico y natural.

En base a los criterios enunciados anteriormente se definieron las siguientes unidades ambientales.

Unidad Ambiental 1

Corresponde a las Cordilleras de Chaquihua, Carhuello, Nevados de Caburgua y Sollipulli con un alto grado de naturalidad. Lo anterior se explica ya que gran parte de esta unidad se encuentra dentro del Sistema de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado, siendo representadas por la Reserva Nacional Villarrica y el Parque Nacional Huerquehue, las cuales presentan usos de conservación y preservación.

En las zonas intermedias (deslinde de áreas silvestres) y bajas de los cordones montañosos se aprecia degradación del bosque, representada en los distintos estados sucesionales de vegetación, presentándose parches o franjas de matorrales, renovales, bosque adulto y plantaciones forestales en arreglos irregulares. Es importante señalar que en la base de los cordones es posible apreciar uso ganadero, particularmente ovino y bovino de pequeña escala.

Unidad Ambiental 2

Corresponde a cordones montañosos ubicados en la zona oriental de la comuna delimitados por el río Liucura por el Norte y por las zonas lacustres del río Trancura por el Sur. En esta zona destaca una pequeña Área Silvestre Privada, correspondiente al santuario el Cañi.

Por otra parte, en esta zona se aprecia claramente la degradación del bosque representada por las áreas de explotación y aserreo de bosque nativo para leña y madera.

Unidad Ambiental 3

Corresponde al volcán Villarrica y sus faldeos. Esta presenta distintos estados de madurez vegetal producto del constante proceso de sucesión ecológica originado por la acción volcánica (erupciones), siendo este el principal modelador del sector, además, en esta zona se encuentra parte del Parque Nacional Villarrica, presentando por ello un uso predominantemente de preservación y recreación.

Es importante señalar que, esta zona tiene restricciones en cuanto a su uso, producto de los procesos eruptivos ocasionados por el volcán, los cuales han involucrado otros procesos como flujos de lahares, flujos piroclásticos, etc. restringiendo con ello la ocupación y uso del territorio.

Unidad Ambiental 4

Representada principalmente por áreas planas de fondo de valle que abarcan el área central de la comuna, en esta zona se concentran las actividades humanas productivas más intensivas del territorio comunal, se puede apreciar uso agropecuario y forestal, principalmente ganadería de ovinos y bovinos. Por otra parte, se concentran los usos urbanos, incluyéndose la ciudad de Pucón y el poblado de Caburgua, y áreas de expansión y consolidación residencial como Villa San Pedro y el sector ribereño del camino Pucón–Villarrica. En el sector este hacia el límite con la comuna de Curarrehue, se distingue una zona importante de humedal asociado a la cuenca del río Trancura.

⁴¹ Plan de Ordenamiento Territorial de Pucón, 2005 Universidad Católica de Temuco

3.8.2 RIESGOS NATURALES

Los riesgos naturales se definen como el producto de la probabilidad de ocurrencia de un proceso o manifestación natural que genera efectos en la población o en la infraestructura. El riesgo presenta tres factores que lo condicionan: peligrosidad, vulnerabilidad y exposición de la población⁴².

- La peligrosidad se refiere al peligro o riesgo potencial del ambiente físico, el cual está condicionado por factores naturales y, que, puede acrecentarse, por modificaciones del medio natural.
- La vulnerabilidad está relacionada con la capacidad de las edificaciones e infraestructura urbana de resistir un evento natural.
- La exposición se refiere a la población o bienes que están expuestos al fenómeno natural

A partir de lo anterior, se incorporan los antecedentes recabados del Estudio Plan de Ordenamiento Territorial de Pucón, en lo que respecta a la identificación de los procesos que definen los riesgos potenciales o peligrosidad, y sobre la base de ello la determinación de las áreas de riesgos naturales para la comuna de Pucón.

LA PELIGROSIDAD

Peligros Geológicos asociados al Volcanismo:

La actividad volcánica eruptiva puede generar diferentes procesos como corrientes de lava, caídas de piroclastos, flujos de piroclásticos y emisiones de gases; de igual manera puede provocar otros fenómenos asociados, como agrietamiento del suelo, intumescencia o subsidencia (súbita o gradual) de sectores del volcán o aledañas, avalanchas volcánicas, corrientes laháricas, avalanchas de nieve, actividad sísmica local, incendios forestales, tormentas eléctricas, obstrucciones de cursos fluviales, alteraciones geoquímicas de las aguas entre otros.

Corrientes de lava

Las lavas con una composición más baja en sílice (SiO_2) de tipo basáltico, son de temperatura más elevadas, densidades más altas y de mayor fluidez y velocidad. Éstas dan lugar a lavas denominadas "pahoehoe" o "aa". Al contrario, lavas con una composición elevada en sílice de tipo dacítico o riolítico, tienen temperaturas y densidades relativamente más bajas, son viscosas y se mueven lentamente. Estas últimas dan lugar a lavas denominadas de bloque.

Entre los extremos señalados, existen una variación composicional gradual, en consecuencia, existe una amplia gama de diversidad entre las características de lavas basálticas, andesíticas y riolíticas. En la IX Región el volcanismo suele ser de carácter intermedio, vale decir las emisiones de lavas por lo general son de tipo andesítico o dacítico.

Caídas de piroclastos

Una explosión de origen volcánico produce la fragmentación, tanto del magna juvenil (de la erupción propiamente tal), como del material rocoso de las paredes de chimenea volcánica. El material juvenil puede corresponder a bombas, lapilli de tipo escoria o pómez y ceniza con trocitos de vidrio o fragmentos de cristales; mientras que al resto se le denomina accidental o accesorio y

⁴² Ayala (1993)

corresponde esencialmente a fragmentos líticos angulosos y fragmentos de cristales. Las partículas mayores, algunas de varias toneladas, son arrojadas según la trayectoria balística y caen dentro del área más próxima del volcán. Por otra parte, el material más fino puede alcanzar hasta decenas de kilómetros de altura, formando una columna (junto con gases) y ser dispersado por los vientos, generando una pluma cuya propagación dependerá tanto de la dirección de los vientos predominantes, como de la velocidad de los mismos.

Flujos piroclásticos

Debido al colapso gravitacional de grandes columnas de piroclasto o durante erupciones explosivas que producen detonaciones de gases dirigidas lateralmente, se generan violentos huracanes volcánicos incandescentes, cargados de partículas en suspensión de diversos tamaños, denominados flujos piroclásticos. Se desplazan a una velocidad extraordinaria, con temperaturas de hasta 1000° C y tienen capacidad de remontar barreras topográficas. Los flujos piroclásticos varían ampliamente en volumen, duración y composición. Duran de minutos a una hora y su composición varía desde andesitas basálticas a riolitas.

Gases volcánicos

La actividad volcánica, tanto fumarólica como eruptiva, arroja volúmenes variables de diferentes compuestos gaseosos. Los volúmenes emitidos dependen tanto de la composición de los magmas y del comportamiento fumarólico (tasa de descarga), como de la magnitud de la erupción y su evolución. Los componentes gaseosos corresponden a una mezcla de distintos tipos de gases, cuyas proporciones varían de un volcán a otro, de una erupción a otra de un mismo volcán, e incluso, durante la evolución de una erupción particular.

La composición y volumen de los gases volcánicos emitidos durante la erupción, tiene gran relevancia por su efecto directo sobre la salud humana, animal y vegetal, y sobre el ecosistema en general, además de su incidencia en el estilo eruptivo. Los magmas con alto contenido gaseoso, generan erupciones explosivas, cuya magnitud depende de los volúmenes expulsados y de su respectiva tasa de descarga. Mientras más explosiva sea la erupción, mayores serán los volúmenes de material participado eyectado. En estas erupciones violentas, frecuentemente los gases se dispersan en la atmósfera e incluso pueden inyectarse en la composición, por lo cual, su composición en áreas aledañas a nivel de superficie, es relativamente baja. Por otra parte, en erupciones más débiles, los gases no alcanzan niveles tan elevados, su dispersión es menor y en consecuencia, sus concentraciones son más altas a nivel de superficie, particularmente en el área afectada post la caída de cenizas y en los valles o cauces cerradas.

Avalanchas volcánicas

En algunas erupciones se producen derrumbes de parte de los edificios volcánicos, los cuales se conocen como avalanchas volcánicas. Estos deslizamientos de escombros pueden ser fríos o calientes y tener dimensiones muy diversas, desde unos 10^5 m^3 hasta 10^{10} m^3 . Una gran avalancha volcánica, con un volumen mayor que 10^9 m^3 , se origina cuando se derrumba la cima y flancos del edificio volcánico, descabezándose y quedando en su lugar un anfiteatro de avalancha, en forma de herradura. Un fenómeno de tal magnitud, puede o no tener lugar durante la evolución de un volcán, en consecuencia, su ocurrencia puede ser remota en el corto plazo. Es importante señalar, que los factores que inciden en que un volcán sea propenso a sufrir un derrumbe de su edificio ante una erupción futura son, entre otros: rasgos morfoestructurales como pendientes, la presencia de una fractura o fisura a lo largo de su cima y rasgos composicionales, como la existencia de productos de composición intermedia a silícea, en cuanto a su contenido en SiO_2 (>60%).

Lahares

Los lahares o flujos de lodos volcánicos (flujos de detritos volcánicos) se originan cuando un volumen de agua es liberada en forma repentina desde la cima o laderas de un volcán y, a medida

que desciende, se mezcla con material piroclástico, fragmentos de lava y otras rocas, dando lugar a verdaderas olas aluvionales que pueden alcanzar hasta 100 km/h o más. Mediciones realizadas en diferentes lahares a los pies de volcánes han determinado un contenido de alrededor de 1/3 agua y 2/3 de sedimentos. Es decir, un volumen de agua es capaz de remover 2 volúmenes de detritos. En los volcanes de los andes del sur, los lahares se generan, comúnmente, debido a la fusión repentina del hielo y nieve retenidos en la cima y flancos, situación que es muy característica de los principales volcanes de la IX Región.

Crecidas

En ocasiones, el aumento de flujo calórico puede provocar deshielos fuera de época. Por otra parte, el incremento de la actividad fumarólica, erupciones menores de piroclastos o erupciones de lava con bajas tasas de emisión, no son capaces de generar lahares pero pueden producir crecidas, con la consecuente inundación de los terrenos aterrizados bajos.

Actividad sísmica local

Muchas erupciones son precedidas por sismos de diversas magnitudes e intensidades. Incluso, la actividad sísmica de carácter local, puede perdurar y con posteridad a la erupción.

Los sismos han comenzado muy débiles (microsismos) con meses de anticipación. Movimientos de intensidades 2 a 3, en un radio de hasta 100 km del centro eruptivo, han sido percibidos con días de anticipación. Sismos de grado 5 a 7 de intensidad han anunciado el comienzo de la erupción de los volcanes citados, en un radio de 50 km.

Avalanchas de hielo y nieve

El incremento de la actividad termal superficial en sectores adyacentes al centro eruptivo potencial, puede provocar avalanchas de hielo y nieve. Este fenómeno puede ocurrir con mayor probabilidad si además, ocurre una fuerte actividad sísmica. Por lo tanto, este proceso se podría producir ante un incremento del flujo calórico y/o durante sismos.

Deslizamientos

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 consolidadas, etc.

Incendios forestales

La caída de piroclastos gruesos incandescentes, particularmente bombas, en los alrededores de los centros eruptivos, sumado a los flujos de lava o flujos piroclásticos, a menudo provocan incendios en los bosques circundantes. Los piroclastos gruesos pueden estar lo suficientemente candentes como para causar la inflamación de la vegetación en un radio de hasta 10 km del volcán. Por otra parte, el avance de la lava a los flujos piroclásticos, fácilmente pueden provocar incendios en los bosques, especies arbustivas y pastizales, cuya propagación dependerá de la estación y de los vientos predominantes.

Tormentas eléctricas

A menudo, en los hongos de cenizas se producen tormentas eléctricas debido a la carga provocada, entre otros, por el roce de las partículas al ser expulsadas violentamente. Este fenómeno produce interferencias radiales y telefónicas e incendios forestales.

Lluvias ácidas

Las columnas eruptivas cargadas de gases volcánicos y sus respectivas plumas, pueden originar lluvias ácidas cuando se produce condensación del vapor de agua consecuentes chubascos, los cuales precipitan ceniza y compuestos ácidos como H₂S, HCL o lluvias de origen meteorológico caen a través de la columna o pluma rica en gases ácidos, los cuales originan un fenómeno similar. Las lluvias ácidas son, en extremo corrosivas y atacan especialmente a la biosfera y a los

materiales metálicos. Además, alteran drásticamente las aguas superficiales y la composición de los suelos.

Obstrucción de cursos fluviales

Corrientes de lava, lahares, productos de remoción en masa (flujos de detritos, deslizamientos) y acumulaciones piroclásticas repentinas, pueden provocar obstrucciones de los cursos fluviales, los cuales pueden a su vez, ocasionar procesos secundarios peligrosos como aluviones, debido al rompimiento de la barrera y a la violencia evacuación del agua represada. Estos eventuales fenómenos pueden ocurrir durante el período eruptivo o tiempo después.

Alteraciones fisicoquímicas de aguas, suelos y vegetación

Todos los productos volcánicos alteran, en mayor o menor medida, las condiciones fisicoquímicas de las aguas superficiales, suelos y vegetación, afectado directa o indirectamente por ellos. Los parámetros comúnmente afectados son el pH y la composición química. Los sólidos disueltos o en suspensión, pueden ser drásticamente modificados en las aguas superficiales, particularmente corrientes (esteros y ríos).

En cuanto al pH, los compuestos volcánicos preferentemente ácidos, lo pueden bajar en varios puntos. Gases, aguas termales ácidas, cenizas con precipitados químicos, lahares, corriente de lava, lluvias ácidas y flujos piroclásticos son agentes que comúnmente alteran el pH y la composición química del entorno.

Peligro de Inundación

La principal manifestación de peligro fluvial son las inundaciones. Como fenómeno natural, estas consisten en el aumento del caudal de un curso de agua que puede ser canalizado por su lecho, desbordando sus aguas hacia los sectores adyacente. Las inundaciones pueden clasificarse, por su origen, en pluviales, fluviales y lacustre. Las primeras se deben a la acumulación de la precipitación (lluvia, granizo y nieve, principalmente) que se concentran en terrenos de topografía plana o en zonas urbanas con insuficiencia o carencia de drenaje. Las inundaciones fluviales, se originan cuando los escurrimientos superficiales son mayores a la capacidad de conducción de los cauces. Mientras que las inundaciones lacustres se manifiestan en los lagos o lagunas por el incremento en sus niveles y son peligrosas por el peligro que representan para los asentamientos humanos cercanos a las áreas de embalse.

Las inundaciones adquieren el carácter de catástrofe al afectar diversos sectores productivos, causando daños a la infraestructura física y de servicios y, empeorando de uno u otro modo la calidad de vida de la población o alterando su actividad diaria. Las causas de inundaciones pueden clasificarse básicamente en dos grupos: asociadas con el origen y movimiento de las aguas sobre el suelo, y aquellas vinculadas a la presencia humana. El primer tipo (factores naturales) reúne los elementos del medio físico natural (clima y relieve) que determina las características y regímenes de los sistemas hidrográficos, en tanto el segundo factor (factores antrópicos), se refiere a los desequilibrios o desajustes de los ambientes naturales habitados por el hombre). Se definen causas naturales y artificiales para las inundaciones; entre las naturales, se encuentra la topografía, las lluvias, la forestación de riberas y zonas de influencia y, la reactivación de cauces que se encuentran sin manutención. Entre las causas artificiales se mencionan la expansión urbana desmesurada, la insuficiente infraestructura de colectores, desagües, defensas, y la supresión de cauces.

Clasificación de las zonas de inundaciones

Las zonas inundables se clasifican de acuerdo con las causas que generan las inundaciones. Estas causas son las siguientes:

- Encharcamiento por lluvias intensas sobre áreas planas.
- Encharcamiento por deficiencias de drenaje superficial.
- Desbordamiento de corrientes naturales.

- Desbordamiento de ciénagas.
- Avalanchas producidas por erupción volcánica, sismos, deslizamientos y formación de presas naturales.
- Obstáculos al flujo por la construcción de obras civiles: puentes, espolones y obras de encauzamiento, viviendas en los cauces y represamientos para explotación de material aluvial.
- Sedimentación, estas causas pueden presentarse en forma individual o colectiva.

Las magnitudes y los efectos de las inundaciones dependen de las características de las crecientes que son generadas por lluvias intensas, y de otros eventos relacionados con ellas, como son los deslizamientos de taludes, la formación y el rompimiento de presas naturales, y las obstrucciones al flujo por destrucción de obras civiles.

En lechos aluviales el transporte de sedimentos juega un papel importante en las variaciones que sufre el canal principal a lo largo del tiempo y en su capacidad para transportar las crecientes. Los procesos de depósito y de socavación se activan de acuerdo con las magnitudes de las velocidades del agua; así, durante los estiajes y los períodos de aguas medias predominan los fenómenos de depósito porque las velocidades son relativamente bajas y la capacidad de transporte de sedimentos es reducida. Cuando llegan las crecientes se aumentan las velocidades de flujo y por tanto se incrementan los procesos erosivos y los ataques contra las márgenes.

Peligro de remoción en masa

Dentro de los peligros ligados a la geodinámica externa se encuentran los movimientos del terreno en general. Los más comunes dentro de este grupo, corresponden a procesos de remoción en masa, los que se definen como la movilización lenta o rápida de determinado volumen de suelo, roca o ambos, en diversas proporciones, generados por factores como la pendiente y la ausencia de cubierta vegetal⁴³. Estos procesos de remoción en masa corresponden a procesos gravitatorios, considerando que una porción específica del conjunto del terreno se desplaza hasta una cota o nivel inferior a la original.

Al respecto Hauser (1993) señala que los factores que influyen en los procesos de ladera se dividen en factores intrínsecos, externos, morfométricos y antrópicos. Entre los intrínsecos esta la litología, estructura, propiedades físicas, comportamiento hidrogeológico y propiedades geomecánicas. Los factores externos, generalmente, provocan las inestabilidades por las variaciones que ejercen en el estado de equilibrio de los taludes, y son responsables, en gran medida de la magnitud de los movimientos. Se encuentran en este grupo la aplicación de cargas estáticas y dinámicas, cambios en las condiciones hidrogeológicas y factores climáticos. Los morfométricos constituyen los más importantes dentro de los que originan el proceso, ya que, a partir de este condicionante previo, comienzan a conjugarse y a influirse mutuamente los demás factores, dando lugar a una concentración de tensiones en partes determinadas que pueden provocar la rotura del talud. La acción antrópica es muy importante en el origen de los procesos de remoción en masa pueden provocar procesos mediante acción directa (construcción sobre laderas, realización de cortes en zonas no apropiadas e instalación de canteras para la explotación de minerales), o mediante acción indirecta (preparación de laderas donde se corta la cobertura vegetal) lo que hace que los sectores sean muy susceptibles para que otros factores actúen sobre ellos.

Para definir los problemas asociados a la estabilidad de cortes se utiliza la antigua clasificación del Highway Research Board (HRB). El comité para el deslizamiento de tierra en cortes, estableció los siguientes grupos principales:

- Desprendimientos.
- Deslizamientos.
- Flujos (seco y húmedo).
- Erosión en taludes.

Desprendimiento

⁴³ Hauser 1993. Remociones en masa en Chile. SERNAGEOMIN

Tanto en los desprendimientos de roca como de suelo, la masa se mueve rápidamente a través del aire en caída libre. No existe un movimiento lento que preceda al desprendimiento. Se presenta principalmente en las rocas afectadas por desintegración y descomposición, fallando en planos o superficies más débiles. Actualmente, la mecánica de rocas no se encuentra suficientemente desarrollada en lo que respecta a teorías cuantitativas, como para ser usada en aplicaciones prácticas en diseño de taludes.

Deslizamientos

En los deslizamientos, el movimiento de masa es el resultado de una falla por corte a lo largo de una o varias superficies. Se presenta en materiales con comportamiento elástico o semielástico.

De acuerdo al mecanismo del movimiento, pueden diferenciarse dos subgrupos en los deslizamientos; aquellos en que la masa móvil no sufre grandes deformaciones y aquel en que se deforma en varias unidades menores (falla traslacional). Por otra parte, dependiendo de la amplitud de la falla se clasifica en falla de frente amplio y falla concoidal.

Se han desarrollado varias teorías que permiten analizar cuantitativamente la estabilidad de taludes a la falla por deslizamiento. La mayor parte de ellas supone que la superficie de la falla es un cilindro de sección circular. En realidad, la superficie de falla es un cilindro de sección circular. En realidad, la superficie de falla es una sección compuesta cuya forma depende principalmente del tipo de suelo. Sin embargo el análisis matemático se facilita suponiendo la superficie de falla descrita y el posible error de modelo no es importante. Probablemente al estimar mediante ensayos puntuales determinadas propiedades resistentes del suelo (c, ϕ) se introduce un error mucho mayor, ya que difícilmente puede precisarse los valores medios en los potenciales planos de falla.

Para el análisis o modelación, se distinguen tres tipos de círculos de falla de:

- Talud.
- Pie.
- Profundo.

Fundamentalmente, el problema consiste en encontrar el círculo en el cual el coeficiente de seguridad es menor, lo cual es muy difícil si se considera que el medio no es homogéneo, variando las propiedades mecánicas del suelo en cada zona. El tipo de cálculo depende básicamente del ángulo de inclinación del talud, β , y de la fricción interna del suelo (ángulo ϕ). En general, se puede indicar que para altos valores de β y/o de ϕ , el círculo de falla es de pie. Para bajos valores de ϕ y suelos predominantemente cohesivos se puede producir una falla por círculo profundo.

c) Flujos

El movimiento del suelo denominado como flujo, él cual tiene la apariencia de un líquido viscoso. El flujo puede ser de dos tipos: Seco y Húmedo.

Flujo seco: No es difícil de reconocer después de que ha ocurrido pero resulta prácticamente imposible de predecir en forma anticipada. Es muy común en arenas uniformes y limos de textura uniforme. Se presenta también en roca fragmentada (cono rodado). Este fenómeno es característico de zonas cordilleranas. El flujo seco se activa normalmente por movimientos sísmicos u otro tipo de vibraciones, impacto o debilitamiento de alguna sección del talud por erosión.

Flujo Húmedo: ***El flujo húmedo ocurre normalmente en suelos del tipo arenas finas y limos. Se genera por un exceso de agua que hace perder al suelo su estabilidad interna. Normalmente se inicia debido a las lluvias de gran intensidad y duración; y a derrames concentrados de agua la que se hace presente en los sectores donde ha sido removida la capa vegetal del suelo. La protección del camino para estos casos se logra estabilizando el talud con suelo vegetal, productos asfálticos o materiales de cemento. Además, deben sellarse las***

posibles grietas del terreno y evitar el agua de derrames sobre el talud mediante la construcción de contrafosos. La colocación de un muro al pie del talud evita que la corriente del agua lo erosione y active el flujo. Tanto los contrafosos como las cunetas deben ser diseñadas con pendientes tales que no se excedan las velocidades límites que producen la erosión.

EROSIÓN EN TALUDES

Este tipo de problemas está normalmente asociado a suelos finos, predominantemente limosos y arenosos, en los cuales él juega un papel muy importante. El dar mayor inclinación al talud no representa una solución práctica. Esta debe buscarse a través de proteger el talud y diseñar cunetas revestidas u otro elemento de protección del pie del talud.

Cuando los taludes son erosionados, normalmente se activan los flujos y deslizamientos locales, los cuales preferentemente se inician al pie del talud debido a la obstrucción de las cunetas. Por esto es recomendable construir un muro bajo de 0,60 a 100 m de altura, al pie de talud conformando con este elemento la cuneta.

Peligros del Volcán Villarrica

El volcán Villarrica, presenta una forma cónica y su cima se eleva a 2.847 msnm, en el margen Noroeste de su antigua caldera de 6,5 x 4,5 km de diámetro. El cono principal está formado, principalmente, por lavas y piroclastos de composición basáltica y andesítica-basáltica. En sus flancos, se encuentran alrededor de 30 centros eruptivos adventicios, incluyendo conos de escorias y centros fisurales menores (Los Nevados hacia el Noreste y Chaillupén hacia el sur). La cima del cono principal y el interior de la caldera, están cubiertos por un extenso glaciar que se extiende sobre una superficie de 40 km², con un volumen aproximado de 8 km³.

Desde 1558 hasta 1984-1985, el volcán Villarrica tiene un registro histórico de 59 erupciones importantes desde el cono principal y fisuras laterales. Entre los fenómenos precursores descritos para muchas de sus erupciones históricas mayores, se mencionan ruidos subterráneos, actividad sísmica perceptible, débiles explosiones de cenizas y pequeños derrames de lavas sobre los flancos nevados.

Los procesos más frecuentes que han ocurrido durante esas erupciones, corresponden a emisión de flujos de lavas, la formación de lahares y la proyección de piroclastos. En consecuencia, los principales peligros que pudieran estar asociados a futuras erupciones del volcán Villarrica, son aquellos originados por el escurrimiento de corrientes de lava, la caída de piroclastos, y el paso de violentos flujos laháricos acompañados por la crecida de ríos y esteros. Las erupciones también podrían estar acompañadas por la emisión de gases tóxicos como el HF, actividad sísmica local, avalanchas de nieve, incendios forestales, tormentas eléctricas, obstrucción de cursos fluviales y consecuentes alteraciones fisicoquímicas de aguas, suelos y vegetación.

El volcán Villarrica y sus conos parásitos, han emitido flujos de lava de hasta 18 km de longitud, que se han dirigido, principalmente, hacia el norte, oeste y sur del edificio volcánico. Las caídas de piroclastos, debido a los vientos predominantes del Noroeste, afectarán esencialmente el área ubicada hacia el este-sureste del volcán, siendo la zona más vulnerable a este proceso, la zona comprendida entre Palguín Alto y Coñaripe. Durante erupciones prehistóricas, bombas de hasta 8 cm de diámetro han caído hasta 23 km al Este-Sureste del volcán.

Los lahares descenderán por los mismos cauces de las lavas, aunque precediéndolas en el tiempo, debido a su mayor velocidad (hasta 80 km/h). Los principales cauces de descarga de lahares corresponden a los valles de los ríos Turbio-Pedregoso, Zanjón Seco-Carmelito, Correntoso, Molco-Huichatio, Voipir, Chaillupén y Seco-Llancahue (Coñaripe). Dependiendo de la época del año y la consecuente cubierta temporal de nieve, los lahares pueden tener diferentes volúmenes. En efecto, si ocurre una erupción de lavas durante la primavera, los lahares serán mayores que aquellos que se pudieran generar en una erupción a fines del verano. Durante la erupción de diciembre de 1971, los lahares que descendieron por el cauce del río Turbio-Pedregoso, alcanzaron un volumen total estimado en $20 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Finalmente, cabe señalar que el volcán Villarrica ha emitido alrededor de 16 flujos piroclásticos en 14.000 años, con volúmenes que varían entre $2 \times 10^8 \text{ m}^3$ y 10^{10} m^3 , durante erupciones explosivas ocurridas desde los 13.850 años AP. El tiempo de recurrencia para erupciones explosivas generadoras de flujos piroclásticos, varía entre 500 y 2000 años. La última se produjo hace 1.620 años AP y sus depósitos cubrieron una superficie cercana a los 3.000 km^2 . Remanentes preservados de los mayores depósitos de flujos piroclásticos, ubicados a 20 km del volcán, alcanzan hasta 15 m de espesor. Aunque en un futuro próximo, se estima muy baja la probabilidad de ocurrencia de un flujo piroclástico, toda el área en torno al volcán es de alta peligrosidad, si tiene lugar un evento eruptivo de alta explosividad, que origine este proceso.

- **Principales procesos:**

Lavas

En el caso del volcán Villarrica, las lavas son esencialmente basálticas y andesítico-basálticas, en consecuencia, las coladas son de tipo pahoehoe y "aa", con una alta fluidez y velocidad en el sector cercano a la fuente. Aunque las velocidades de las lavas del Villarrica no se han determinado, durante las erupciones efusivas se ha observado que en la parte alta del cono, que corresponde a la zona de mayor pendiente, las coladas fluyen a velocidades aparentes de hasta 40 km/h. Ladera abajo, a una distancia mayor que unos 5 km del punto de emisión, la velocidad disminuye drásticamente a unos 5 km/h. Por otra parte, en los frentes de las lavas, a unos 10 km de distancia y con pendientes de alrededor de 10° , las velocidades son apenas del orden de 1 km/h. En efecto, en la colada de 1971 que se dirigía hacia el Chaillupén y a 15 km de distancia, se registraron velocidades del orden de 1 km/h (Moreno *et al.* 1980).

En cuanto al volumen de las lavas emitidas y a la longitud de las mismas, no se observa una tendencia a través del tiempo. La colada de mayor longitud no supera los 18 km. Las más largas emitidas durante el siglo XX, están cerca de los máximos prehistóricos: la de 1921 alcanzó 17 km de longitud y la de 1971 llegó a 16.2 km. Los volúmenes de coladas individuales no han superado los $35 \times 10^6 \text{ m}^3$, con espesores medios de 2 a 3 m. Una de las mayores fue la de 1921, con un volumen de aproximadamente $34 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Lahares

Un lahar es un flujo denso ($d = 1,8-2,3 \text{ g/cm}^3$, ó 50 -75% de sedimentos por volumen, dependiendo de la distribución el tamaño del grano), producido por el agua al fluidizar los materiales volcánicos, especialmente fragmentos de rocas disponibles en las laderas. Debido a su elevada densidad, los lahares tienen una gran capacidad de transporte de sedimentos. Semejan una mezcla de concreto húmedos y tienen una viscosidad entre 10^4 y 10^5 veces mayor que la del agua, con un punto de pérdida de consistencia, el cual se alcanza aplicando una fuerza (simple gravedad o momentum), antes de que sea posible la deformación o flujo.

Los flujos laháricos presentan gran movilidad por lo que pueden recorrer grandes distancias. Desarrollan un régimen de flujo esencialmente laminar con muy poca turbulencia disipadora de energía. Los datos registrados indican que los mayores lahares observados alcanzan velocidades

que duplican aquéllas de las crecidas desarrolladas en cauces de semejantes condiciones de forma y pendiente. Además, sus volúmenes, profundidades de flujo y sus descargas son notablemente mayores que las de las crecidas de magnitudes iniciales similares, debido a su capacidad de erosionar, captando grandes volúmenes de sedimentos húmedos en su trayecto..

La matriz de los flujos laháricos es relativamente impermeable, lo que permite un mayor entrapamiento del agua en poros, reduciendo la fricción interna de los detritos rocosos. Como consecuencia de esta característica, en los flujos laháricos, los sedimentos sólidos transportan el agua y no viceversa.

Particularmente, en el caso del volcán Villarrica, la presencia de glaciares y de una cubierta de nieve temporal, además de la alta disponibilidad de materiales morrénicos, constituyen factores primarios fundamentales para la generación de lahares durante las erupciones de lavas y flujos piroclásticos, dependiendo eso sí, de la tasa de emisión de lavas. Por lo general, los lahares fluyen confinados a los cauces radiales del volcán. Su paso a través de ellos se puede modelar evaluando la altura que alcanzará el lahar en cada tramo de su cauce y estimar la depositación del material sedimentario. Cabe señalar, que un lahar es una descarga repentina de una masa de agua y sedimentos que desarrolla una "ola" cuyas dimensiones dependerán del volumen del mismo, de la pendiente y de la morfología del cauce. Un lahar, en rigor, tiene la forma de un cuerpo tipo "ballena" con una cabeza, cuerpo y una cola que pasa rápidamente por un cauce, erosionando e incorporando material en los sectores proximales de mayor pendiente y depositando, progresivamente, su carga sedimentaria en los quiebres de pendientes y llanuras. Los hidrográmas de flujos de detritos laháricos muestran peaks agudos con limbos abruptos y de corta duración.

Otro factor importante a considerar, es la continua variación de la razón volumétrica agua/sedimentos. En el volcán Villarrica, por ejemplo, un lahar se genera por la descarga de una masa de agua, resultante de la fusión del hielo y/o nieve en contacto con la lava. Durante la trayectoria y en el sector de mayor pendiente, se incorporan los sedimentos disponibles hasta alcanzar, en la base del volcán, una relación aproximada de 1 volumen de agua por 2 volúmenes de material sólido (30 - 40% de agua versus 70 - 60% de sedimentos). En el área del cauce del Zanjón Seco en particular, esta proporción agua/sedimento, prácticamente no se alcanza a producir, pues el tramo final no desarrolla el necesario quiebre de pendiente.

Piroclastos de caída

Los **piroclastos** son fragmentos expulsados durante explosiones, que tienen tamaños variables desde finísimas partículas (<0,001 mm) hasta bombas o bloques de unos 5 m de diámetro. La nomenclatura empleada según su tamaño es **ceniza** (<0,001-2 mm), **lapilli** (2 - 64 mm) y **bombas o bloques** (>64 mm). Todas las bombas son del magma en erupción, es decir son de material **juvenil**. Cuando este material fresco es poroso y de composición basáltica se le denomina **escoria** y cuando es silíceo se le llama **pómez**. Generalmente, los bloques son fragmentos angulosos de rocas, arrastrados desde las paredes del conducto eruptivo.

En general, el volcán Villarrica no es un volcán de alta explosividad y sus erupciones son, más bien, efusivas con emisión de corrientes de lavas. No obstante la moderada a baja explosividad del volcán, se han generado hongos de piroclastos y gases volcánicos de varios kilómetros de altura. Las partículas menores serán dispersadas por los vientos predominantes, mientras que las mayores (balísticas) caerán en sectores más proximales al cráter.

En consecuencia, la caída de piroclastos menores se produciría, principalmente, hacia el Este-Sureste del volcán, transportados por los vientos predominantes del Oeste-Noroeste, siendo la zona más vulnerable a este fenómeno, el sector comprendido entre Palguín y Coñaripe. Sin embargo, no se puede descartar la ocurrencia temporal de vientos en otras direcciones, que pueden dispersar a las partículas en otros sentidos y afectar a la ciudad de Pucón, como en las erupciones de 1963.

Finalmente, el área de alto riesgo de caída de piroclastos balísticos en el volcán Villarrica, tipo bombas densas y bloques ($\delta > 2 \text{ g/cm}^3$) con tamaños superiores a 10-12 cm de diámetro, está circunscrita al cono principal del volcán, preferentemente sobre la cota 1.300 m).

SUPERFICIE AFECTADA POR PELIGRO VOLCÁNICO			
UNIDAD	SUPERFICIE (HA)	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE COMUNAL (%)
Zonas con muy alto peligro de ser afectadas sólo por lahares.	340	0.8	0,27
Zonas con muy alto peligro de ser afectadas por lavas y/o lahares.	9.957	23.2	7,96
Zonas con alto peligro de ser afectadas sólo por lahares.	750	1.7	0,60
Zonas con alto peligro de ser afectadas por lavas y/o lahares.	11.071	26.9	8,85
Zonas con moderado peligro de ser afectadas sólo por lahares.	678	1.6	0,54
Zonas con moderado peligro de ser afectadas por lavas y/o lahares provenientes del cono y/o cráter principal.	3.832	8.9	3,06
Zonas de bajo peligro de ser afectadas por lavas y/o lahares.	4.735	11.0	3,79
Sin Incidencia.	11.527	26.8	9,22
Total Superficie afectadas por Peligro Volcánico	42.890	100	34,3

Lahares del volcán Villarrica: proceso destructivo más recurrente

Con relación a la amenaza que el volcán Villarrica representa para la comuna de Pucón, los procesos más peligrosos son los **lahares** que se forman por la interacción entre las corrientes de lava (1.200°C) y el glaciar con su cubierta de nieve temporal, lo cual produce una fusión repentina con la liberación de grandes volúmenes de agua.

CRONOLOGIA EVENTOS VOLCAN VILLARRICA		
NR.	AÑO	CARACTERÍSTICAS DEL EVENTO
65	2001	EL 14 DE MAYO, ALREDEDOR DE LAS 14:45 HORA LOCAL, INTEGRANTES DEL P.O.V.I. OBSERVARON LA EMISIÓN TURBULENTO DE 2 COLUMNAS DE PARTICULAS Y GASES. LA SEGUNDA EMISIÓN, ANTECEDIDA POR UNA EMISIÓN MÁS PEQUEÑA Y OSCURA, TUVO UNA DURACIÓN APROXIMADA ENTRE 3 A 5 MINUTOS Y UN TECHO ESTIMADO EN 1500 M SOBRE LA CIMA. LOS EVENTOS, PRESUMIBLEMENTE DE ORIGEN FREÁTICO (INTERACCIÓN MAGMA-AGUA), FUERON CONSIDERADOS COMO LOS MÁS IMPORTANTES OBSERVADOS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS (FUENTE: SMITHSONIAN INSTITUTION, GLOBAL VOLCANISM NETWORK, VOL. 27, NR. 2, ABRIL DE 2002).
64	1999	EMISIONES DE TEFRA Y EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS
63	1996	EPISODIOS FREÁTICOS (?)
62	1995	SISMOS VOLCÁNICOS PERCEPTIBLES, EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS
61	1994	EMISIONES DE CENIZAS, SISMO VOLCÁNICO PERCEPTIBLE
60	1984	RUIDOS Y SISMOS VOLCÁNICOS PERCEPTIBLES, EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, EFUSIÓN DE LAVA, CONO DE ESCORIAS DENTRO DEL CRÁTER CENTRAL, AUMENTO DEL CAUDAL DE LOS RÍOS, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO
59	1983	EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, EPISODIOS FREÁTICOS, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO
58	1980	EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, EPISODIOS FREÁTICOS, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO
57	1977	RUIDOS Y SISMOS VOLCÁNICOS PERCEPTIBLES, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, EPISODIOS FREÁTICOS, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO
56	1971	RUIDOS Y SISMOS VOLCÁNICOS PERCEPTIBLES, EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, EFUSIÓN DE LAVA, CONO DE ESCORIAS DENTRO DEL CRÁTER CENTRAL, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO, CORTINA DE LAVA (FASE HAWAIANA), LAHARES, AUMENTO DEL CAUDAL DE LOS RÍOS, TSUNAMIS DE ORIGEN VOLCÁNICO
55	1964	RUIDOS Y SISMOS VOLCÁNICOS PERCEPTIBLES, EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, EFUSIÓN DE LAVA, CONO DE ESCORIAS DENTRO DEL CRÁTER CENTRAL, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO,

		CORTINA DE LAVA, LAHARES, AUMENTO DEL CAUDAL DE LOS RÍOS
54	1963	RUIDOS Y SISMOS VOLCÁNICOS PERCEPTIBLES, EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, EFUSIÓN DE LAVA, CONO DE ESCORIAS DENTRO DEL CRÁTER CENTRAL, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO, LAHARES, AUMENTO DEL CAUDAL DE LOS RÍOS
53	1960	DURANTE EL TERREMOTO DEL 22 DE MAYO: CORTA EXHALACIÓN DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO, PROBABLEMENTE ORIGINADO POR EL ESTRÉS QUE HABRÍA AFECTADO AL EDIFICIO VOLCÁNICO O SIMPLEMENTE DERRUMBES.
52	1958	EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, EPISODIOS FREÁTICOS, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO
51	1948	RUIDOS Y SISMOS VOLCÁNICOS PERCEPTIBLES, EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, EFUSIÓN DE LAVA, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO, CORTINA DE LAVA, FLUJO PIROCLÁSTICO (?), LAHARES, AUMENTO DEL CAUDAL DE LOS RÍOS
50	1938	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS (?), COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO (?)
49	1935	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS (?), COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO (?)
48	1933	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO (?)
47	1929	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO
46	1921	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, EFUSIÓN DE LAVA, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO
45	1920	RUIDOS Y SISMOS VOLCÁNICOS PERCEPTIBLES, EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, EFUSIÓN DE LAVA, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO, LAHARES, AUMENTO DEL CAUDAL DE LOS RÍOS
44	1915	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO
43	1909	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, EFUSIÓN DE LAVA (?), COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO, LAHARES, AUMENTO DEL CAUDAL DE LOS RÍOS
42	1908	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, EFUSIÓN DE LAVA, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO, LAHARES, AUMENTO DEL CAUDAL DE LOS RÍOS
41	1907	SISMOS VOLCÁNICOS PERCEPTIBLES, EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO
40	1906	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS (?), COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO (?)
39	1904	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, EFUSIÓN DE LAVA (?), COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO (?), LAHARES, AUMENTO DEL CAUDAL DE LOS RÍOS
38	1897	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, EFUSIÓN DE LAVA (?), COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO
37	1893	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS (?), COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO (?)
36	1883	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO
35	1879	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO
34	1877	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS (?), COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO (?)
33	1875	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO (?)
32	1874	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO (?), EFUSIÓN DE LAVA (?)
31	1869	SISMOS VOLCÁNICOS PERCEPTIBLES, EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, EFUSIÓN DE LAVA, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO
30	1864	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO
29	1859	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO
28	1853	RUIDOS Y SISMOS VOLCÁNICOS PERCEPTIBLES, EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, EFUSIÓN DE LAVA, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO
27	1837	RUIDOS Y SISMOS VOLCÁNICOS PERCEPTIBLES, EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO
26	1832	RUIDOS Y SISMOS VOLCÁNICOS PERCEPTIBLES, EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO
25	1822	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO
24	1815	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO
23	1806	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS (?), COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO (?)
22	1801	RUIDOS Y SISMOS VOLCÁNICOS PERCEPTIBLES, EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO
21	1799	RUIDOS Y SISMOS VOLCÁNICOS PERCEPTIBLES, EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO
20	1796	RUIDOS Y SISMOS VOLCÁNICOS PERCEPTIBLES, EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO
19	1792	RUIDOS Y SISMOS VOLCÁNICOS PERCEPTIBLES, EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS,

		COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO
18	1790	RUIDOS Y SISMOS VOLCÁNICOS PERCEPTIBLES, EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO
17	1787	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, EFUSIÓN DE LAVA
16	1780	EPISODIOS FREÁTICOS (?), EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS (?), COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO (?)
15	1777	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO
14	1759	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO
13	1751	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO, EFUSIÓN DE LAVA
12	1745	EPISODIOS FREÁTICOS
11	1742	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO
10	1737	EPISODIOS FREÁTICOS
9	1730	EPISODIOS FREÁTICOS
8	1716	EPISODIOS FREÁTICOS
7	1688	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO, LAHARES (?)
6	1657	EPISODIOS FREÁTICOS (?), EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS (?), COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO (?)
5	1647	EPISODIOS FREÁTICOS (?), EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS (?), COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO (?)
4	1640	RUIDOS Y SISMOS VOLCÁNICOS PERCEPTIBLES, EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, EFUSIÓN DE LAVA, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO, LAHARES, AUMENTO DEL CAUDAL DE LOS RÍOS
3	1594	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS
2	1562	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO
1	1558	EPISODIOS FREÁTICOS, EXPLOSIONES ESTROMBOLIANAS, COLUMNA DE GASES Y MATERIAL PARTICULADO, LAHARES (?)
PETIT-BREUILH M.E., 1996, CRONOLOGÍA ERUPTIVA HISTÓRICA DEL VOLCÁN VILLARRICA PETIT-BREUILH, M.E., 1993, CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA CRONOLOGÍA ERUPTIVA HISTÓRICA DEL VOLCÁN VILLARRICA (39°28' S), 1558 - 1985		

Considerando la cronología eruptiva histórica del volcán Villarrica desde 1558 hasta 1995, se han seleccionado sólo los datos de erupciones referidos al siglo XX, las cuales han generado lahares y crecidas a lo largo de los ríos Turbio-Pedregoso y Trancura.

• **Año 1904**

- En base a la Crónica de la Misión de Villarrica (Inédito), Cuaderno IV, 1946 - 1961, se desprende que bajaron varios lahares por los ríos Turbio-Pedregoso, Zanjón Seco, Correntoso, Molco y Chaillupén.

• **Año 1908**

- En relación con la Crónica de la Misión de Villarrica (Inédito), Cuaderno II, 1907 - 1930, al padre capuchino Bukardo y a la prensa de la época, se puede deducir que bajaron varios lahares en forma radial al volcán, por los cauces de Turbio, Zanjón Seco (llegó hasta Pucón), Correntoso, Molco, Huichatio y Chaillupén. En sectores de los cursos bajos de los mencionados cauces, los flujos de detritos habrían alcanzado una altura de 10 m, a juzgar por las marcas dejadas en algunos árboles que quedaron en pie e inundaron gran parte del "valle" (del río Pucón). Por otra parte, en la confluencia del río Turbio con el río Pucón, se formó un "tranque" y en algunas horas las aguas volvieron a su caudal normal.
- Por su parte Lütgens (1909), describió el lahar que descendió por el río Turbio, señalando que a lo largo de ese valle, el bosque nativo fue completamente arrasado en 15 km, con un ancho entre 0,25 y 0,5 km. En la confluencia Turbio-Pedregoso, la ola del lahar habría alcanzado más de 30 m de altura, dejando un depósito de 1 m de espesor de sedimentos, hasta alcanzar la confluencia con el río Trancura. Este último fue represado levemente y tras su evacuación, transportó troncos y bloques de hielo de varios metros cúbicos hasta el lago. Todo este proceso habría durado sólo unos minutos.

• **Año 1920**

- Según informes de la Intendencia de Cautín, durante una erupción ocurrida a principios de diciembre, se registraron lahares por los ríos Turbio-Pedregoso, Molco, Huichatio y Voipir sobre el río Pucón en el sector de Llafenco. Cabe hacer notar que actualmente en ese sector hay un balseo abandonado; si ese lugar hubiese sido afectado por lahares, éstos debieron descender por el cauce del río Palguín.

• **Año 1948-1949**

- Erupción entre Octubre y Febrero. Formación de varios lahares por los cauces de los ríos Turbio, Zanjón Seco, Correntoso, Molco, Huichatio y Chaillupén, los que "en media hora" llegaron a los pies del volcán, esto es, 15 km en 30 minutos, unos 30 km/h en promedio. El río Turbio "tuvo muchos desbordes en su curso superior, arrasando casas y diversas construcciones; todas las corrientes de barro arrasaron grandes árboles, enormes troncos y bloques de lava de hasta 20 m³ de dimensión. Evidenciándose un aumento del nivel del lago de casi un metro.

Año 1963-1964

- El 08 de Marzo de 1963 comenzó un ciclo eruptivo del volcán Villarrica con explosiones y proyección de escorias. El 12-19 de Marzo fluyó lava hacia el Oeste-Sur-Oeste y continuaba la actividad explosiva, lo cual se repitió el 14-22 de Abril. El 02 de Mayo hubo una fase explosiva con la formación de un hongo de cenizas y lapilli escoriáceo de 1.500 m sobre el cráter y caída de escorias hacia el Norte (Pucón) y Este (Palguín). Del 02 al 05 de Mayo fluyó abundante lava hacia el Oeste-Sur-Oeste con lahares hacia Huichatio y Chaillupén. El 21 al 24 de Mayo se produce una fase cúlmine con erupción de lava y formación de lahares destructivos, principalmente hacia el Chaillupén. El 11 de Septiembre una nueva fase eruptiva emitió lava con formación de lahares hacia Molco, Correntoso y Chaillupén. Un hongo explosivo se elevó hasta 4.500 m de altura y la ceniza y escoria cayó hacia el Este (Palguín). Los meses posteriores el volcán tuvo una intensa fumarola con episodios explosivos menores y emisiones de cenizas.
- Las explosiones comenzaron a aumentar nuevamente en Enero de 1964 y flujos de lava comenzaron a escurrir sobre escorias depositadas sobre el glaciar hacia el SW. Durante febrero el volcán estaba en manifiesta erupción, con proyección de escorias y delgados flujos de lava que escurrían hacia el Suroeste.

•

• **Año 1964**

- A las 02:45 de la madrugada del 02 de Marzo, habitantes de Coñaripe observaron que una columna de gases y piroclastos incandescentes en forma de "coliflor" se elevó del cráter, junto con fuertes ruidos subterráneos. A las 03:15 comenzó una erupción de lava que provocó la violenta fusión de parte del hielo y la nieve de la cumbre, formando cinco lahares. Cuatro de ellos descendieron por cauces entre Villarrica y Pucón (Molco, Correntoso, Zanjón Seco-carmelito y Turbio-Pedregoso) y uno se dirigió hacia el sur con rumbo a la localidad de Coñaripe, ocupando el cauce del estero Seco o Diuco. Durante toda su trayectoria de 12 a 15 km, el cauce de este estero fue capaz de albergar al lahar. Sin embargo, a 2 km de su desembocadura en el lago Calafquén, debido tanto a una curva del cauce, como a la inercia del flujo, parte del lahar (aparentemente no más de un tercio), sobrepasó el borde y continuó directamente hacia el poblado de Coñaripe, arrasando un 50% de las casas. La descarga de este brazo menor habría alcanzado un espesor de unos 3 m, un ancho de hasta 250 m y una velocidad menor que 40 km/h (es decir, la ola habría alcanzado un caudal de entre 4.000 y 8.000 m³/s).
- En Mayo de 1964 nuevamente ocurrieron erupciones de lava que formaron lahares hacia los cauces de los ríos Correntoso, Zanjón Seco-Carmelito y Turbio-Correntoso.

Año 1971

- *Durante el apogeo* de la erupción iniciado a las 23:45 horas del 2 de Diciembre, se generaron varios lahares que descendieron por los cauces de los ríos Pedregoso-Turbio, Carmelito, Correntoso y Chaillupén, los cuales alcanzaron una altura cercana a los 10 m. Particularmente voluminosos fueron los de los ríos Pedregoso-Turbio y Chaillupén, puesto que alteraron hasta el sector del delta del río Pucón y destruyeron varios puentes entre Licán Ray y Coñaripe, respectivamente. Cabe destacar, que en el lugar del puente Correntoso, entre Villarrica y Pucón, se determinó que la altura de los lahares alcanzó entre 9,5 y 10 m sobre el lecho del río (según las marcas dejadas en los árboles que resistieron al impacto), con un ancho de 150 m. La velocidad se estimó superior a 10 m/s (hasta unos 14 m/s) y su caudal habría alcanzado entre 5.000 y 10.000 m³/s. En cuanto a los lahares que descendieron por los cauces de los ríos Pedregoso-Turbio, éstos pudieron arrastrar bloques de hasta 30-40 m³, es decir, cercanos a 100 toneladas. El volumen total del conjunto de pulsos laháricos emplazados dentro del valle del río Pucón, durante unas 8 horas, habría sobrepasado, probablemente, 40 x 106 m³ de agua y detritos. Al igual que en 1908, el testimonio de algunos lugareños y las evidencias de terreno encontradas indican claramente que en la confluencia del río Turbio con el río Trancura, se formó un "tranque" y en algunas horas las aguas volvieron a su caudal normal.

Resumen los principales lahares del volcán Villarrica que han afectado a la comuna de Pucón.

PRINCIPALES LAHARES DEL VOLCÁN VILLARRICA EN ERUPCIONES DEL SIGLO XX QUE HAN AFECTADO A LA COMUNA DE PUCÓN.					
1904	1908	1920	1948 - 1949	1963-1964	1971
Río Turbio - Pedregoso. Zanjón Seco-Carmelito. Río Correntoso.	Río Turbio - Pedregoso. Zanjón Seco - Carmelito.	Río Turbio - Pedregoso.	Río Turbio - Pedregoso. Zanjón Seco - Carmelito. Río Correntoso.	Río Turbio - Pedregoso	Río Turbio - Pedregoso. Zanjón Seco-Carmelito. Río Correntoso.

Del análisis anterior se puede decir que los principales flujos del volcán Villarrica hacia centros poblados lo constituyen el Zanjón Seco-Carmelito y el río Turbio, los que serán analizados a continuación:

Zanjón Seco-Carmelito

- El cauce del Zanjón Seco, labrado por glaciares y lahares, corresponde a un valle radial del volcán Villarrica, de dirección Nornoroeste y con un ancho medio de 1,3 km a lo largo de 6,5 km, el cual se estrangula a unos 0,5 km de ancho en el sector de Willylafquén. Más abajo se produce un gran lóbulo producto de derrames de lavas, el que obliga al cauce a bifurcarse en dos cursos principales: el Carmelito y el Calabozos. Otros cursos que se desprenden desde el cauce principal, los cuales son ocupados como corredores ocasionales, cuando los volúmenes y/o velocidades de los lahares son elevados, son los que se dirigen directamente a Pucón y el brazo occidental Candelaria, que se vuelve a volcar en el Carmelito aguas abajo.
- El cauce del zanjón Seco-Carmelito, cuya forma asemeja a la de una "U" debido a la erosión de los glaciares, se ha ido rellenando paulatinamente, pero en forma constante, por lavas, depósitos laháricos y depósitos de flujos piroclásticos. La velocidad del relleno ha sido tal, desde que se retiraron los hielos hace 14.500 años, que el cauce esta colmatado y prácticamente saturado hasta sus bordes en el sector de Willylafquén. Es por esta razón, que el cauce muestra un fondo "plano" y con bordes casi verticales desde el Refugio antiguo de Ski hacia abajo. Es probable que los materiales volcánicos alcancen, en conjunto, varios centenares de metros de espesor total. Lavas pahoehoe con una antigüedad de 1.820 años, forman parte del relleno "reciente" del cauce, puesto que ocupan un nivel elevado dentro de la columna estratigráfica. Tal vez uno de los flujos de lavas más extensos y espectaculares es el

producido en la erupción de 1787, la cual corresponde a la colada tipo "pahoehoe", que forma las denominadas "Cavernas de Lavas" y que uno de sus extremos fluyó dentro del estero Calabozos, a 12 km de la fuente. Es importante destacar, que tanto las continuas descargas laháricas, como las coladas de lavas, van colmatando quebradas, zanjones y cauces menores dentro del Zanjón Seco-Carmelito, lo cual implica desviaciones notables en los futuros flujos. Es decir, las tendencias y vías de escurrimiento de lahares y lavas se van modificando durante y después de cada erupción. En consecuencia, un futuro lahar podría dirigirse completamente hacia el estero Calabozos, como también podría desviarse por completo y volcarse hacia el estero Carmelito.

Cauces del Valle del Zanjón Seco

- La quebrada del Zanjón Seco tiene una orientación aproximada Norte 30° Oeste y corresponde a un valle glacial-lahárico con un ancho medio de 1,3 km y una longitud de 16,5 km entre el cráter y Pucón.
- Es uno de los valles más anchos del volcán Villarrica, lo cual implica que tiene una gran capacidad de captar derrames generados en un amplio sector circular de la parte superior del cono. La actividad eruptiva desarrollada durante los últimos 14.000 años ha ido rellenando el fondo del valle, formando acumulaciones de flujos piroclásticos (nubes de cenizas incandescentes), lavas y lahares.
- Las cabeceras de la quebrada del Zanjón Seco corresponden al sector circular norte del cono volcánico que aporta materiales emplazados en ella y que abarca un arco de aproximadamente 50°, entre las direcciones Norte 25° Oeste y Norte 25° Este. Desde el cráter, la zona de captación se abre como un abanico de casi 3 km de largo, que alcanza su ancho máximo cercano a los 2 km, aproximadamente a los 1500 msnm. En ese sector de las cabeceras del valle, se pueden reconocer a lo menos 5 cauces que captan las aguas y materiales desde los faldeos más empinados y altos del volcán. Las evidencias en las fotografías aéreas indican que dichos cauces han sido sobrepasados por los diversos flujos laháricos. Sin embargo, dada la alta pendiente del segmento, sobre él no se produce mayor acumulación de materiales. Efectivamente, los segmentos más altos de los tres cauces principales tienen pendientes que varían entre los 0,38 m para las nacientes del estero Calabozos, el más oriental, y de 0,46 m para las nacientes de las dos ramas tributarias del estero Carmelito, al occidente.
- A lo largo del segmento de transición, entre aproximadamente las cotas 1000 m y 1500 m, el cauce oriental del Calabozos se muestra más colmatado de lavas y depósitos laháricos que los cauces occidentales del Carmelito. Tal característica queda también reflejada en la menor pendiente del primero con 0,13 m, mientras que la pendiente del Carmelito oriental es de 0,17 m y mayor todavía la del Carmelito occidental con 0,21 m. Como consecuencia, a partir de los 1000 m de cota, a lo menos, se vuelcan dos ramificaciones del estero Calabozos hacia el Carmelito, siendo éste, por lo tanto, el más activo en la actualidad, a través de sus dos tributarios.
- Bajo los 1000 msnm la pendiente de los diferentes cauces de la quebrada Zanjón Seco decrece paulatinamente y en forma casi constante, siendo ligeramente mayor para el estero Calabozos con 0,038 m, que para el Carmelito, con 0,036 m y 0,034 m, ramas oriental y occidental, respectivamente. Cabe señalar que bajo los 750 msnm, donde se produce en mayor estrechamiento de la quebrada, confluyen las tributarias para conformar el estero Zanjón Seco-Carmelito, incluyendo el aporte de una rama bifurcada del estero Calabozos. Bajo la cota de los 750 m, los cauces habituales se presentan encajonados.
- La caja del gran valle glacial del Zanjón Seco se termina aproximadamente a los 600 m, perdiéndose así el confinamiento de los esteros que lo surcan. En efecto, partir de esa cota, se produce la dispersión de los diferentes cursos de drenaje, siguiendo, en parte, la bifurcación de los lóbulos de las lavas antiguas (de Antumalal) que descendieron por el valle glacial. De ese modo, el estero Calabozos adquiere un curso hacia el este y se desarrollan diversas bifurcaciones del estero Carmelito.
- La primera bifurcación inactiva del estero Carmelito corresponde a un cauce de rebalse abandonado, que corrió por el lado occidental del valle glacial, entre el cerro 628 y la pared Oeste del valle glacial o cerro 735. Más abajo, ésta se une con la segunda bifurcación actualmente inactiva, que también corresponde a un rebalse y que se desarrolló al Oeste, hacia

el sector Candelaria. A partir de esta bifurcación nacen dos esteros menores que descienden al Oeste del cerro Candelaria, tributando hacia el Carmelito, 500 m aguas arriba de su ápice.

- Además, del estero Carmelito propiamente tal, el cual bordea al cerro Candelaria por el Este y el Norte, a partir de la cota 500 m, se produce otra bifurcación, pero al este del Carmelito, formando un brazo que descarga hacia la parte oriental de Pucón, en el sector La Turbina. Este cauce fue ocupado como un "corredor de lahares" en la erupción de 1908, puesto que los volúmenes que descendían por el Carmelito sobrepasaron su capacidad y, además, la inercia impidió que se desviarán hacia el Oeste, continuando por el cauce principal.

Problemas asociados al peligro de inundación a nivel comunal

Los problemas de inundaciones son particulares y pueden ocurrir tanto en cauces de montaña como en cauces de llanura, aún cuando son más frecuentes en estos últimos.

- Anegamiento de las llanuras de inundación y daños en viviendas, vías de comunicación, y producción agropecuaria, con pérdida de vidas humanas en algunos casos.
- Drenaje lento de las áreas inundadas las cuales se convierten en depósito de aguas prácticamente estancadas. Esta situación genera problemas sanitarios sobre la población.
- Ataques del flujo sobre las márgenes del cauce principal lo cual produce cambios de curso permanentes y pérdida de áreas productivas.

Un proceso natural, que con frecuencia produce diversos daños en la comuna de Pucón, son las inundaciones provocadas durante temporales con precipitaciones intensas. Los sectores más propensos a sufrir inundaciones son la ribera del lago Villarrica, el delta del río Trancura, el valle aguas arriba de la localidad de Llafenco (Palguín Bajo) y algunos lugares bajos del valle del río Liucura, al norte de la Villa San Pedro.

El lago Villarrica tiene una cota de 213 m como nivel medio, con una fluctuación de hasta 6 m entre la cota mínima y la máxima (210 m y 216 m). La zona del delta del río Trancura sufre de inundaciones cuando el lago alcanza su llenado máximo (216 m). Si además, el río experimenta una gran crecida, pueden ser inundadas áreas adyacentes del río Claro y la terraza aluvial baja del sector de Quelhue.

En la zona de Llafenco, las lavas de los volcanes Villarrica y del pequeño grupo Huelemolle (3 conos), han tenido y ejercen un control preponderante en la morfología del curso inferior y medio del río, representado por obstrucciones y desvíos del cauce. El represamiento del valle en el sector de Llafenco, provocada por las lavas de los volcanes Villarrica y Huelemolle, es la causa de las frecuentes inundaciones aguas arriba. Estos materiales embalsaron las aguas del río Trancura hace unos 6.000 años, como dique natural, dando lugar a un lago que inundó el valle hasta las cercanías de Curarrehue. La dinámica acción erosiva fluvial ejercida por los ríos Maichín y Trancura, además del aporte de sedimentos volcanoclásticos de los volcanes Quetrupillán y Sollipulli, terminó por saturar la cuenca lacustre, convirtiéndola en una llanura aluvial de inundación. Remanentes de este antiguo lago serían las lagunas Menetue, Ancapulli, Rivera, San Luis, Verde y Loncofilo, además del extenso mallín de Cabedaña. Este lago habría alcanzado una cota aproximada de 375 msnm. Por su parte, el río Trancura evolucionó hacia un cauce típico de un río 'maduro', con numerosos meandros y meandros abandonados (lagos La Herradura, Santa Elena, Catripulli, etc.). Aguas abajo de la localidad de Llafenco, el río se precipita sobre las lavas basálticas en forma de rápidos y saltos. Durante precipitaciones extremadamente intensas (como las ocurridas en octubre de 2002), áreas adyacentes también pueden ser afectadas por las inundaciones (Llafenco, Palguín Bajo).

En el río Liucura, aguas arriba del depósito de deslizamiento del flanco sur del volcán La Barda, se pueden producir inundaciones en aquellos casos cuando ocurren intensas precipitaciones (alta tasa de precipitaciones), debido a la obstrucción que produjo este depósito en el curso del río.

Problemas asociados al peligro de remociones en masas a nivel comunal

En la comuna de Pucón se han reconocido numerosos sectores donde ocurren y han ocurrido diversos tipos de procesos geológicos muy dinámicos, los cuales afectan a las personas, sus bienes e infraestructura. Entre ellos se han identificado remociones en masa que corresponden principalmente a deslizamientos, caídas de rocas y flujos de detritos, ampliamente distribuidos en la comuna.

Deslizamientos mayores de cerros por inestabilidad de sus flancos, probablemente gatillados por movimientos sísmicos, han tenido lugar en la ladera Sur del volcán La Barda, ubicado al Norte del río Liucura y de la Villa San Pedro. Este es el depósito más voluminoso reconocido en la comuna de Pucón, con unos $300 \times 10^6 \text{m}^3$ ($0,3 \text{ km}^3$). Este deslizamiento obstaculizó y desvió el río Liucura hacia el Sur. Se desconoce su edad, aunque se presume debe haber ocurrido en el Holoceno tardío.

Derrumbes de menor escala pero muy numerosos, han tenido lugar en el valle del río Palguín. Además, en los sectores de Quelhue, al Norte de Pucón, en la ladera Suroeste del cerro Chaquilcura; en el pié oriental del volcán la Barda; Quimey-co, flanco sur del valle del río Liucura; sector oriental del cerro Chaimilla y en Palguín Alto, los derrumbes menores y caídas de rocas graníticas son frecuentes.

Flujos de detritos, comúnmente provocados por lluvias intensas, han tenido lugar en el flanco Sur y Suroriental del cerro Chaquilcura, en el estero Plata, en el flanco norte del cerro Chaimilla, en la ribera Este del lago Caburgua, en las nacientes del río Liucura, al Noroeste de la cordillera Cañi y en los cerros al sur de Palguín Bajo.

SUPERFICIE AFECTADA POR PELIGROS DE INUNDACIÓN Y REMOCIÓN EN MASA			
UNIDAD	SUPERFICIE (HA)	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE COMUNAL (%)
Áreas que pueden ser afectadas por procesos de remoción en masa	87	1.8	0,07
Depósitos de deslizamientos mayores	415	8.6	0,33
Zonas propensas a ser afectadas por inundación	2.656	55.4	2,12
Zonas que pueden ser afectadas por inundaciones mayores	928	19.3	0,74
Sin Inferencia	702	14.6	0,56
Total Superficie afectada por Inundaciones y Remociones en Masa	4.788	100	3,83

ÁREAS DE RIESGO NATURAL

▪ **Riesgo de Inundación**

Consiste en el desborde de un cauce, natural o artificial, producto de crecidas generadas por aporte hídrico (precipitaciones o deshielo). La comuna presenta un 8,96% de áreas con riesgo de inundación, éstas se localizan en los sectores bajos de Palguín, Menetue, San Luis, Pichares y en el sector de Quelhue. Los ríos que generan procesos de inundación corresponden al río Trancura, Palguín y Liucur.

Si bien, las áreas afectadas por riesgo de inundación son pocas en comparación a la superficie comunal, su significación es alta, pues afecta a sectores rurales con concentración poblacional, como es el caso de los sectores de Quelhue y Palguín, sumado al aislamiento que se produce por el corte de caminos.

La distribución de rangos de riesgo dentro de las áreas afectadas, evidencian que el 15% y 14,7% de ellas se encuentran afectadas por medio y alto riesgo.

DISTRIBUCIÓN DE RANGOS DE RIESGO			
RANGO	SUPERFICIE (HA)	% ÁREAS DE RIESGO	% RIESGO A NIVEL COMUNAL
NULA	2.547	22,78	2,04
MÍNIMA	5.310	47,52	4,26
MEDIA	1.674	15,00	1,34
MÁXIMA	1.644	14,70	1,32
TOTAL	11.175	100	8,96

En peligrosidad, las características y condiciones de los suelos de la cuenca receptora de las precipitaciones, influyen actuando sobre el volumen de la escorrentía, sobre el tiempo para que este llegue al cauce de desagüe.

▪ **Riesgo de Anegamiento**

Corresponde al proceso de pérdida de la capacidad de infiltración del suelo, se da cuando los suelos se encuentran saturados de agua, situación recurrente en áreas donde el nivel de las napas freáticas se encuentra a baja profundidad y las precipitaciones sobrepasan la capacidad de infiltración de los suelos.

La comuna presenta un 57,7% de áreas con riesgo de anegamiento, éstas se localizan en los sectores de Palguín, Paillaco–Huife, Carhuello, Quelhue, Candelaria y en áreas de la periferia de Pucón.

El riesgo de anegamiento dentro del territorio comunal presenta una amplia distribución, a causa de que la comuna posee una alta densidad de cursos de agua y de acuerdo a los tipos de suelo presentaría dificultades en los sectores bajos, favoreciendo con ello la ocurrencia de este riesgo, lo anterior se fundamenta en que la gran mayoría de los suelos de la comuna son de origen volcánico.

La distribución de rangos de riesgo dentro de las áreas afectadas, evidencian que el 29,87% y 5,89% de ellas se encuentran afectadas por medio y alto riesgo.

DISTRIBUCIÓN DE RANGOS DE RIESGO DE ANEGAMIENTO.			
RANGO	SUPERFICIE (HA)	% ÁREAS DE RIESGO	% RIESGO A NIVEL COMUNAL
NULA	8.143	11,37	6,54
MÍNIMA	37.863	52,87	30,39
MEDIA	21.401	29,87	17,18
MÁXIMA	4.221	5,89	3,39
TOTAL	71.628	100	57,5

▪ **Riesgo de Remoción en Masa**

Los movimientos de laderas son los procesos más extendidos dentro de este grupo debido, en parte, a que no presentan asociación con un determinado tipo de litología. Por el contrario, pueden ocurrir en diversas condiciones debido al gran número de factores que influyen, condicionan y provocan estos procesos.

De acuerdo a la agregación cartográfica a través de matrices de vulnerabilidad, exposición y peligrosidad se pudo determinar que la comuna presenta un 0,12% de áreas con riesgo de remoción en masa, las cuales se distribuyen en pequeñas superficies en torno a la comuna, mayormente asociada a la red vial.

DISTRIBUCIÓN DE RANGOS DE RIESGO DE REMOCIÓN EN MASA			
RANGO	SUPERFICIE (HA)	% ÁREAS DE RIESGO	% RIESGO A NIVEL COMUNAL

NULA	16	11,8	0,28
MÍNIMA	15	11,0	0,12
MEDIA	61	44,8	0,49
MÁXIMA	44	32,4	0,35
TOTAL	136	100	1,24

La mayoría de las áreas asociadas a este riesgo se distribuyen en los rangos de medio y alto riesgo, situándose en torno a vías de acceso como el camino que conduce de Palguín a Coñaripe a través del Parque Nacional Villarrica. Otra área afectada por estos procesos lo constituye la vía que conduce desde el río Plata a Caburgua, concentrándose la ocurrencia de estos procesos en las laderas del cerro Chaquilcura. Finalmente, se encontraron áreas aisladas de alto riesgo en los faldeos del cordón Cañi hacia las vías de acceso de Villa San Pedro y en parte de la ladera norte del volcán Villarrica pos el río Claro.

▪ **Riesgo Volcánico**

La comuna presenta un 10,5% de áreas con riesgo volcánico. Si bien el porcentaje de áreas afectadas por riesgo volcánico a nivel comunal es bajo se debe considerar que la carta de peligrosidad esta elaborada solo para evaluar la peligrosidad del volcán Villarrica y que las áreas afectadas por medio y alto riesgo coinciden con una alta densidad poblacional concentrándose éstas en el centro urbano de Pucón, alrededores y parte del sector Los Riscos.

Un antecedente interesante de considerar es que la ciudad de Pucón se encuentra bajo depósitos laháricos de erupciones pasadas y reúne las siguientes condicionantes, alta peligrosidad producto del pasado histórico de erupciones del volcán Villarrica; alta vulnerabilidad producto del tipo de concentración de la infraestructura y alta exposición debido a la densificación poblacional.

Análisis Global

La comuna presentó distintos grados de riesgo para anegamiento, inundación, remoción en masa y riesgo volcánico, abarcando con ello un 77,04% de la superficie comunal. Sin embargo, existen algunos tipos de riesgo que se traslapan, como es el caso de las áreas con riesgo de anegamiento e inundación, pues ambos procesos se pueden generar en un mismo lugar.

Del análisis cartográfico se observa que las áreas más afectadas corresponden al centro urbano de Pucón, sector Los Riscos, Palguín, Villa San Pedro, Quelhue y Pichares – Huife. Sobre la base de lo anterior se deben tener las siguientes consideraciones.

PROPUESTA DE RESTRICCIONES Y/O LIMITACIONES, Y ALTERNATIVAS PARA SECTORES AFECTADOS POR RIESGO.			
SECTOR	RIESGO	RESTRICCIONES Y/O LIMITACIONES	ALTERNATIVAS
CENTRO URBANO PUCÓN.	VOLCÁNICO	LIMITA LA EXPANSIÓN URBANA DE PUCÓN.	CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA EL RIESGO VOLCÁNICO.
LOS RISCOS.	VOLCÁNICO	LIMITA LA URBANIZACIÓN DE ESTE SECTOR.	CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA EL RIESGO VOLCÁNICO.
	ANEGAMIENTO.	RESTRINGE EL DESARROLLO DE ACTIVIDADES PRODUCTIVAS.	DESARROLLAR ACTIVIDADES PRODUCTIVAS COMPATIBLES CON LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS ANEGADOS.
PALGUÍN BAJO.	INUNDACIÓN.	LIMITA LA CONSOLIDACIÓN DE ASENTAMIENTOS.	CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA EL RIESGO DE INUNDACIONES.
	ANEGAMIENTO	LIMITA LA CONSOLIDACIÓN DE ASENTAMIENTOS Y EL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS.	DESARROLLAR ACTIVIDADES PRODUCTIVAS COMPATIBLES CON SUELOS ANEGADOS O CONSOLIDACIÓN DE ESTÁS COMO ÁREAS DE CONSERVACIÓN DE HUMEDALES.

PALGUÍN ALTO.	REMOCIÓN EN MASA. ANEGAMIENTO. VOLCÁNICO.	LIMITA LA ACCESIBILIDAD AL SECTOR. LIMITA LA EXPANSIÓN Y/O CONSOLIDACIÓN DE ASENTAMIENTO.	CONSTRUIR OBRAS DE MITIGACIÓN PARA EL RIESGO DE REMOCIÓN EN MASA, PARTICULARMENTE LO QUE SE REFIERE A PROTECCIÓN DE CAMINOS. CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA EL RIESGO VOLCÁNICO.
VILLA SAN PEDRO.	REMOCIÓN EN MASA.	LIMITA LA CONSOLIDACIÓN DE LAS VÍAS DE ACCESO.	CONSTRUIR OBRAS DE MITIGACIÓN PARA EL RIESGO DE REMOCIÓN EN MASA REFERIDAS A PROTECCIÓN DE CAMINOS.
QUELHUE.	REMOCIÓN EN MASA. ANEGAMIENTO. INUNDACIONES.	LIMITA EL ACCESO Y DESARROLLO DE NUEVAS VÍAS. LIMITA LA CONSOLIDACIÓN DE LOS ASENTAMIENTOS Y EL DESARROLLO DE ALGUNAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS.	EVALUACIÓN DEL ACTUAL TRAZADO VIAL. CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA EL RIESGO DE REMOCIÓN EN MASA EN TORNO A CAMINOS. CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA EL RIESGO DE INUNDACIÓN.
PICHARES – HUIFE.	INUNDACIÓN.	LIMITA EL ACCESO Y DESARROLLO DE ACTIVIDADES PRODUCTIVAS.	CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA EL RIESGO DE INUNDACIÓN.

SÍNTESIS DE ANTECEDENTES

El área de estudio, se encuentra afecta a “Riesgos Naturales” de tipo volcánico, asociados principalmente a procesos eruptivos del volcán Villarrica; siendo el borde sur y oriente del Lago Villarrica, el sector con mayor riesgo para la población que en él se localiza, debido a que por esta zona escurren las corrientes de lava del volcán, las que por efecto de la pendiente, desembocan en las aguas de éste lago.

La existencia del volcán Villarrica tiene una alta incidencia para la población que habitan en la Intercomuna de Villarrica- Pucón, y principalmente para las urbanizaciones del borde sur y oriente del Lago y la ciudad de Pucón, quienes deben calibrar en su justa medidas las fuerzas poderosas de la naturaleza.

Los antecedentes históricos existentes sobre eventos eruptivos ocurridos en la zona, permiten identificar y delimitar en el territorio estudiado, tipos y grados de riesgo de acuerdo a los siguientes criterios:

Alto Riesgo:

- Camino de lavas y lahares ocurridos en el último periodo volcánico:
- Borde Lago Villarrica entre Lorena y Pucón
- Borde Lago Calafquén entre Lican Ray y Coñaripe

Riesgo Moderado:

- Sectores de mayor elevación del terreno que no han sido afectados por lavas y/o lahares durante los últimos 3.500 años.

Bajo Riesgo:

- Sectores de mayor elevación del terreno que no han sido afectados por lavas y/o lahares durante los últimos 14.000 años.

Respecto de Riesgos por Deslizamientos (depósitos aluviales) estos son más probables en el sector oriental, principalmente en el Valle del río Palguín.

Los Riesgos por Inundaciones son poco frecuentes en el área debido a que el material del subsuelo es altamente permeable debido a su origen volcánico. Sin embargo, existe una zona con riesgo de inundación más recurrente en el tiempo, son los terrenos localizados en la desembocadura del Río Turbio, ó Trancura, debido a que éste cauce corresponde a un camino de lavas y/o lahares. También por ser el cauce de escurrimiento de las aguas producidas por los deshielos y/o derretimiento del glaciar que ocupa el cráter del volcán Villarrica. Estos aportes continuos de material en este sector, producen un avance progresivo del embancamiento del río Turbio, el cual, ante eventos de intensas lluvias, aumenta su nivel y desborda hacia los sectores ocupados por la ciudad de Pucón.

Modificación de Areas de Riesgo Volcánico

Durante el desarrollo de la segunda etapa del estudio se llevó a cabo la contrastación de la

propuesta de Anteproyecto del Plan de Ordenamiento Territorial de Pucón con los distintos actores

involucrados: comunidad, autoridades locales y contraparte técnica. Ello llevó a un ajuste de las

áreas de riesgo que respondan a las siguientes consideraciones:

- La opinión del Sr. Hugo Moreno, geólogo y autor del estudio de SERNAGEOMIN sobre el Volcán Villarrica es que todo riesgo es mitigable mediante obras de mitigación de alto costo. Esto significa que al Estado le cabría la responsabilidad de exigir el desarrollo de todos los proyectos de especialidad correspondientes, disponer de los técnicos y/o especialistas capacitados para evaluar medidas de mitigación de esas envergaduras, financiar las inversiones de obras de infraestructura en los terrenos de propiedad nacional de uso público, etc.
- La opinión de los distintos actores involucrados e impactados en sus propiedades.
- La postura de la contraparte técnica, en cuanto sugiere operar bajo el criterio de no aplicar restricciones a los usos de suelo por riesgo volcánico, sino más bien a través de la aplicación de normativa complementaria como las franjas de protección para cauces naturales, definición de franjas de acceso público a la playa, ensanche de bermas de la vialidad, menor densidad de ocupación de los suelos para vivienda, ensanche de los perfiles de la vialidad existente y propuesta, de modo de asegurar vías rápidas de evacuación de la población ante eventos de volcanismo, entre otras.
- Se ha desarrollado una base cartográfica más depurada que permite ajustar los límites de las zonas de riesgos con mayor precisión.

Esta modificación mantiene las tres categorías de riesgos de alto, medio y bajo, cambiando los criterios para delimitar las áreas de Alto Riesgo. De este modo, la definición de riesgo medio incorpora las características que no son consideradas en las de riesgo alto, y se mantiene la misma definición anterior para la categoría de bajo riesgo.

Es así que los límites para las zonas de alto riesgo se ajustan al lecho mayor de los cauces que histórica y recurrentemente han sido utilizados como cauces de evacuación de las lavas del volcán Villarrica, y que coinciden con las zonas de mayor debilidad estructural del cráter del volcán.

Recomendaciones emanadas de los antecedentes recabados por el Plan Regulador Intercomunal (PRI):

Dada la alta vulnerabilidad por Riesgo Volcánico que tienen los habitantes e infraestructura de las urbanizaciones y ciudades que allí se han instalado, y ante la creciente demanda por suelos urbanizables del borde costero del lago Villarrica, es relevante que la autoridad responsable de regular éste territorio incorpore en su normativa medidas restrictivas para el uso urbano de los territorios definidos con un Alto Riesgo, o bien la norma permita traspasar a los urbanizadores el

costo que conlleva incorporar elementos de resguardo y prevención ante erupciones volcánicas, tanto de la vida como de las obras de los habitantes.

Ante la magnitud que implica este tipo de evento y su poder destructivo, **la mejor forma de procurar salvar las vidas humanas es diseñando, en primer lugar, una muy buena accesibilidad**, con vías de escape, seguras y rápidas, tanto, conectando el sector poniente (Villarrica), como el sector oriente (Pucón), y a través del Lago con sistemas de navegación para cruzar desde el borde sur hacia el borde norte y de ahí conectar a la carretera. Otras recomendaciones son:

- Congelar el uso y urbanización de las zonas de alto riesgo, aledañas a los cauces de ríos
- El borde sur del lago debe mantenerse con una muy baja densidad
- Diseñar normas de constructibilidad muy restrictivas y específicas para zonas con riesgo volcánico, especialmente respecto de materialidad y diseño de estructuras
- Promover y/o propiciar el traslado y/o desalojo de viviendas ubicadas en zonas de alto riesgo.
- Construcciones que tengan a lo menos: una materialidad más resistente al calor, muros de contención, muros corta fuego y estructuras resistentes a la presión del paso de un lahar
- Establecer la obligatoriedad, al comprador de una propiedad gravada por riesgo volcánico de obtener un seguro contra catástrofes naturales, o específicamente por riesgo volcánico.
- Desarrollar planes de contingencia para zonas de riesgo volcánico, que actualmente están habitadas.

Ante una erupción volcánica de riesgo, lo prioritario será salvar las vidas humanas y, al estado le corresponderá velar por la existencia de instrumentos de planificación, regulación, jurídicos u otros, que permitan prevenir el riesgo que este tipo de fenómeno natural representa para los habitantes de estos territorios. Para estos efectos será de vital importancia mantener una población informada sobre la realidad volcánica de la zona y los planes de contingencia que se implementen para estos eventos.

Las mitigaciones posibles del riesgo volcánico, deberán abarcar los recorridos completos de los lahares y su impacto en todo sistema del volcán Villarrica, en esa eventualidad el ente planificador podrá reestudiar la zonificación de riesgo propuesta y modificar el Plan una vez que se hayan construido las obras que modifiquen la situación de riesgo. Sin olvidar el deber de la autoridad de “promover el bien común, para lo cual **debe contribuir** a crear las condiciones sociales que permitan a todos y a cada uno de los integrantes de la comunidad nacional su mayor realización espiritual y material posible “ (art.1º de la Constitución Política).

Estas recomendaciones no son todas materia de este Instrumento, el Plan Regulador Intercomunal, pero deberían tomarse en cuenta para los Reguladores Comunales, las inversiones, públicas y privadas y otras herramientas.

SISTEMA DE ALERTA Y PROTECCION CIVIL

Monitoreo sísmico:

El volcán Villarrica es monitoreado por dos estaciones sismológicas uniaxiales, una telemétrica (VNVI) y otra local (CVVI) ubicadas a 3.7 y 23.5 km (Centro Volcanológico Villarrica, CVV) al NW del cráter principal. Los registros son almacenados en un computador en el CVV desde donde son transmitidos, a través de internet, a las oficinas del OVDAS.

Además la región cuenta con un sismógrafo que pertenece al Servicio Sismológico de la Universidad de Chile y se encuentra ubicado en el Campus Sur Austral de la Universidad Diego Portales (sector Labranza comuna de Temuco) y corresponde una estación de período corto de monitoreo local y regional y forma parte de la red nacional que cubre desde la II hasta la X región.

La estación se compone de un sismómetro de período corto de 3 componentes: Vertical, Norte-Sur y Este-Oeste; o sea en realidad son tres sensores conformando una representación tridimensional de las ondas sísmicas registradas. Además hay un registrador digital también de 3 componentes;

esta unidad es la encargada de digitalizar las señales sísmicas y transformarlas en números binarios que puedan ser interpretados por una computadora. Luego está la PC Seislog (Seislog es un software), que es la unidad computacional encargada del registro continuo de las señales sísmicas; su registro en la memoria, también posee los programas de detección, es decir un programa con un algoritmo de detección que se da "cuenta" cuando acaece una irregularidad sísmica; el programa hace el registro del evento completo lo cataloga y lo deja accesible para ser transferido a una central donde es reunido con los registros de las demás estaciones; para que esto sea posible debe existir una referencia de tiempo muy exacta, se usa entonces un reloj satelital GPS para lograr referenciar la estación con las demás. Sin esta referencia de tiempo tan exacta sería imposible juntar las señales con las de otras estaciones. En caso de producirse un sismo, la forma de recabar la información es a través del servidor del SSN (Servicio Sismológico Nacional) que cada 20 minutos hace un recorrido por todas las estaciones instaladas en el país, si encuentra un evento lo transfiere a la central en Santiago donde se junta con el resto de las señales de otras estaciones.

Desde el año 2004 se han sumado a este sismógrafo dos estaciones más ubicadas en el sector norte de la región, comuna de Angol (Liceo Enrique Ballacey); una de propiedad del Servicio Sismológico de la Universidad de Chile y otra adquirida por el municipio local. Además, aprovechando la capacidad técnica de OVDAS – SERNAGEOMIN, se incorpora una nueva estación más en el Cerro Ñielol. Con estos equipos se espera acortar los tiempos de respuesta y efectuar un análisis localizado e interpretación preliminar, por personal capacitado y autorizado por el servicio Sismológico referido, pocos minutos después de transcurrido un evento de este tipo.

Frente a este tipo de riesgos, se hace imprescindible que la población disponga de información oportuna sobre las medidas de prevención que deben adoptarse, conozca los grados de medición (percepción) que contempla la escala de Mercalli, mantenga la calma y siga las instrucciones que los organismos de protección civil y las autoridades entreguen sobre el particular. De igual modo, se efectúen simulacros a nivel escolar y comunitario para reaccionar adecuadamente en caso de emergencias y verifiquen las obras de mitigación necesarias (revisión de normas sismoresistentes en construcción de edificios, obras viales, portuarias y otras) y ampliar y complementar la red sismológica local.

SISTEMA DE PROTECCIÓN CIVIL

Respecto al Plan de Emergencia, éste debe:

- Zonificar los sectores de seguridad, vale decir, aquellas ubicadas fuera del área de riesgo.
- Identificar las rutas expeditas de evacuación hacia las zonas de seguridad.
- Determinar los recursos (instalaciones, servicios básicos, escuelas, organismos de respuesta, y otros) en las áreas seguras.
- Examinar el máximo de información disponible sobre los efectos de las erupciones pasadas (SERNAGEOMIN), para evaluar el comportamiento histórico de estas erupciones sobre las áreas que han impactado.
- Incorporar y desarrollar un programa que mejore el nivel de conocimiento frente al riesgo por parte de la comunidad para de esta forma hacer frente a la emergencia.
- Mejorar el nivel de capacitación de los organismos e instituciones competentes del sistema local de protección civil.
- Generación de un plan de respuesta que además de incorporar el sistema de alarma, sea claro en definir como la comunidad debe enfrentar la emergencia.
- Diseñar una red de comunicación frente a emergencias que incorpore al municipio, ciudadanía e instituciones competentes en el tema (ONEMI).
- Actualizar el catastro de personas y bienes en las zonas de riesgo.
- Actualizar el sistema de alerta, ya que el Sistema Nacional de Alertas instituido por la ONEMI, distingue tres tipos de alertas específicas (verde, amarilla y roja).

En las construcciones de las obras de mitigación se debiera identificarlos cauces importantes a limpiar y canalizar; los caminos preferenciales a ensanchar y mejorar. Respecto de los cambios

estructurales de puentes se debe establecer si se requieren cambios puntuales o reposición completa.

Los cauces importantes para la realización de limpieza y canalización son:

OBRAS RECOMENDADAS	
CAUCE	RECOMENDACIÓN
ZANJÓN SECO	LIMPIEZA Y CANALIZACIÓN
CARMELITO	LIMPIEZA Y CANALIZACIÓN
CALABOZOS	LIMPIEZA Y CANALIZACIÓN
TURBIO	LIMPIEZA Y CANALIZACIÓN
TRANCURA	LIMPIEZA
CLARO	LIMPIEZA
LIUCURA	LIMPIEZA

Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial, 2003

En relación con los puentes es necesario que se tienda a cambios estructurales para evitar dejar aislada a gran parte de la población en caso de ocurrir una emergencia volcánica.

PLAN REGIONAL DE PROTECCION CIVIL ⁴⁴

Objetivo general:

- Disponer de una planificación multisectorial en materia de protección civil de carácter indicativo, destinada al desarrollo de acciones permanentes para la prevención y atención de emergencias y/o desastres en la región, a partir de una visión integral de manejo de riesgos.

Objetivos específicos:

- Disponer de un marco regional de gestión en protección civil que, bajo una perspectiva de administración descentralizada, sirva de base estructurada para las planificaciones provinciales y comunales, según las respectivas realidades de riesgos y de recursos.
- Establecer el ámbito general de las coordinaciones entre los distintos sectores y actores.
- Delimitar las responsabilidades tanto políticas, legales, científicas, técnicas, como operativas, del Sistema Regional de Protección Civil, en cada una de las etapas del ciclo del manejo de riesgos.
- Establecer el marco de acción global para abordar sistemáticamente las distintas etapas de ciclo de manejo del riesgo
- Normalizar los elementos básicos a considerar en un Plan de Respuesta ante situaciones de emergencia o desastre.

Sistemas De Alerta:

Validado un anuncio o aviso de ocurrencia o probable ocurrencia de un evento que afecta o pudiera afectar a la región o comuna, se movilizan inmediatamente los recursos locales habituales que se determinen necesarios, a la vez que se activa el Sistema de Alerta, que implica el mantener atentos recursos adicionales, por si fuese necesario activarlos en caso de crecer el evento en extensión y severidad.

Una Alerta es una señal que indica que podría producirse o se ha producido un evento que determina una acción conjunta y coordinada de recursos operativos y técnicos que resulten necesarios para actuar y controlar dicho evento, orientados por los principios de ayuda mutua y uso escalonado de recursos.

⁴⁴ Plan Regional de Protección Civil Intendencia Región de La Araucanía Departamento de Protección Civil y Social

El Sistema de Alerta se activa sólo una vez validado un Aviso o Alarma sobre la ocurrencia o probable ocurrencia de un evento. Este aviso puede emanar de la propia comunidad y ser recibido por Carabineros, Bomberos u otro organismo identificado por la población como responsable de una acción de respuesta, el que deberá verificar automáticamente la validez de esa información para establecer las respectivas coordinaciones que indica este Plan.

Básicamente, se distinguen dos grados de alerta:

- Alerta Amarilla: se establece cuando un evento amenaza crecer en extensión y severidad, permitiendo suponer que no podrá ser controlado con los recursos locales normales o habituales dispuestos para estos efectos y/o amenace la vida, salud, bienes y medio ambiente, debiendo alistarse los recursos necesarios, para intervenir de acuerdo a la evolución del evento.
- Alerta Roja: se establece cuando el evento crece en extensión y severidad y, por tanto, amenaza la vida, salud, bienes y medio ambiente, requiriendo de una movilización total de los recursos necesarios y disponibles para actuar y mantener el control de la situación.

Los recursos comprometidos y área de aplicación de una Alerta se definen por la Amplitud y Cobertura.

- La Amplitud de una Alerta puede abarcar a todos los servicios y organizaciones del Sistema de Protección Civil o limitarse sólo a aquellos más directamente involucrados en el evento.
- La Cobertura de una Alerta puede abarcar una o más comunas, una o más provincias, una o más regiones.

Corresponde a la Autoridad de Gobierno Interior respectiva calificar la Alerta y establecerla con la Amplitud y Cobertura necesarias, de acuerdo a las evaluaciones presentadas por el Director de Protección Civil y Emergencia correspondiente.

Según sea la situación, la Alerta Roja se puede establecer de inmediato, sin que medie previamente una Alerta Amarilla, con la Amplitud y Cobertura necesarias.

En el caso de emergencias de tipo hidrometeorológico, ONEMI, emite una Alerta Temprana para mantener atentos a los integrantes del Sistema Regional o local de Protección Civil. En el caso de la actividad volcánica se ha definido un Sistema especial de Alerta, denominado "Semáforo", ya que considera Verde, Amarilla y Roja

- **Plan De Acción Para La Respuesta**

Este Plan será aplicable ante eventos originados en cualquiera de las etapas del Ciclo de manejo de riesgos, que afecten al sistema social y que requieran la respuesta coordinada de uno o más integrantes del sistema de protección civil, en el ámbito de las emergencias sean estas de carácter natural o antrópico.

Al producirse una emergencia de distinta naturaleza, los organismos especializados participantes, integrantes del Sistema Regional de Protección Civil, con el propósito de minimizar sus efectos, controlar oportuna y eficazmente la situación en el mínimo tiempo, reconocerán el procedimiento general señalado en Anexos.

El Plan de Protección Civil considera dos fases de operaciones:

Fase Uno:

Esta fase corresponde desde la detección o aviso recepcionado por uno o más servicios u organizaciones del Sistema de Protección Civil, ante la ocurrencia de un evento de origen natural o antrópico, hasta el establecimiento de una Alerta en cualquiera de sus grados. Los recursos que se utilizan en esta fase corresponden a los disponibles por los organismos, servicios e instituciones, incluyendo las voluntarias, consideradas dentro de las actividades permanentes del Plan de

Respuesta ante eventos a nivel comunal. Normalmente esta fase se desarrolla dentro de niveles de Respuesta 1 o 2.

- Ante la inminente o real ocurrencia de un evento de origen natural o antrópico, a lo menos, un organismo o institución del Sistema de Protección Civil local.
- De acuerdo a la evolución de la emergencia, se movilizan los recursos locales disponibles en organismos o instituciones. Se conforma un Mando Operativo Conjunto y asume un Jefe de Operaciones.
- Si de las evaluaciones sucesivas que debe efectuar el Jefe de Operaciones, éste aprecia técnicamente que el evento incremento su magnitud y que no puede ser controlado por los recursos locales o amenaza la vida, la salud, los bienes o medio ambiente, lo que amerita establecer una coordinación superior, para la disposición y movilización eficaz y oportuna de recursos que escapan del ámbito de su competencia y del Mando Operativo Conjunto, informará de la situación al Director de Protección Civil y Emergencia del nivel correspondiente, solicitando la aplicación del Plan en su Fase Dos, con el grado de Alerta correspondiente.
- El Director de Protección Civil y Emergencia analizará la situación, requiriendo la información necesaria del Jefe Técnico y de los organismos operativos involucrados, para una mejor decisión. Calificará la situación y establecerá la aplicación del Plan en su Fase Dos y grado de Alerta que corresponda.

Fase Dos:

Fase desde que se establece una Alerta, en cualquiera de sus grados, hasta el control del evento y la desactivación de la coordinación superior de una Autoridad de Gobierno Interior o quién lo represente.

Los recursos que se utilizan en esta fase corresponden a los disponibles por los organismos, servicios e instituciones, incluyendo las voluntarias, que resulten necesarios para controlar la situación de acuerdo a lo dispuesto en los Planes Regionales de Emergencia. Normalmente esta fase se desarrolla dentro de niveles de Respuesta 3 o 4

Sistema De Comunicaciones

Para el cumplimiento de cada uno de los pasos señalados en el plan de acción y para el alistamiento y/o movilización de recursos humanos y materiales, como de la activación de los niveles de coordinación que corresponda, se establece el Sistema de Comunicaciones de Respuesta.

Para las operaciones de respuesta, por su estabilidad, se privilegiará la Red de Comunicaciones del Sistema Regional de Protección Civil, el que se sustenta en los siguientes subsistemas, a través de las frecuencias asignadas por ONEMI:

- **Informes De Emergencia**

Todo mensaje generado a partir de un evento de origen natural o antrópico y que contenga información útil para la toma de decisiones e información pública, se denominará Informe de Emergencia.

Los Informes de Emergencia se canalizan por los Sistemas de Comunicaciones de Emergencia. En Fase Dos, se generarán informes oficiales que se canalizarán y entregarán por la Red de Mando del Ministerio del Interior.

Para apoyar la toma de decisiones sobre recursos y acciones de respuesta, se generarán cuatro tipos de Informes de Emergencia:

Informe Preliminar:

El informe preliminar es un mensaje con información desde el lugar de ocurrencia de un evento, emitido normalmente por un Jefe de Operaciones y comunicado por su respectiva Central de

Comunicaciones al Coordinador de Emergencia correspondiente. Este informe constituye una señal de Alerta que permite activar al Sistema de Protección Civil local. La utilización de información preliminar, implica necesariamente la existencia de un sistema de validación, que incremente su confiabilidad.

Informe Técnico de Emergencia:

Este informe tiene por objetivo transmitir al Coordinador de Emergencia y/o a la Autoridad de Gobierno Interior respectiva, información técnica esencial para su evaluación y configuración de la situación en el menor tiempo posible.

Estos informes son entregados por los diferentes organismos, servicios, instituciones o instancias

Diferentes Informes Técnicos provenientes de cada organismo o institución respecto a sus específicas responsabilidades y emitidos sobre una misma situación, permiten establecer una visión global sobre un evento determinando, su nivel de impacto y su calificación como emergencia o desastre.

Estos informes son fundamentales para la elaboración de los Informes de Estado de Situación que deben elaborar los Coordinadores de Emergencia.

Informe Estado de Situación:

Es un informe normalizado que registra en forma resumida toda información susceptible de tabular y que permite determinar la severidad de un evento en un momento determinado. Informes sucesivos proporcionan información actualizada y permiten observar en el tiempo la evolución de la emergencia y/o desastre y los efectos de las decisiones adoptadas.

Estos informes son preparados por el Coordinador de Emergencia y transmitidos, en los horarios que se establezcan, a las Autoridades de Gobierno Interior vía Direcciones de Emergencia (ONEMI), para mantenerlos informados de lo que sucede, qué se está haciendo y eventuales necesidades en el área afectada.

Para el manejo normalizado de la información de emergencia, se utilizará el Plan Dedo\$ de Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades de ONEMI, con sus respectivos instrumentos: ALFA (Información preliminar); EFU (sobre situación de las personas); EDANIS (sobre situación de infraestructura y servicios); REDES (sobre elementos de socorro) y DELTA (Informe Consolidado y complementario de daños y necesidades).

Informe a la Población:

Son mensajes oficiales destinados a dar a conocer a la población los alcances de una situación de emergencia o desastre en su justa medida, para disminuir la incertidumbre, ansiedad y conmoción natural. Para su generación, se deben utilizar los mecanismos y técnicas propias de la Información Pública.

Para tal efecto, el Mando Operativo Conjunto y los Coordinadores, deben considerar, entre sus tareas prioritarias, el proveer de información validada y concreta, pero lo más pormenorizado posible, a las instancias oficiales que se harán cargo de la Información Pública. El Mando Conjunto deberá determinar, de acuerdo a las características del evento, que instancia se hará cargo de la Información Pública, dejando preferentemente radicada esta responsabilidad en la autoridad o instancia de Coordinación de Emergencia (Municipal, Provincial, Regional, según corresponda).

Los mensajes destinados a información pública deberán estar estrictamente basados en los Informes Preliminar, Técnico y de Estado de Situación, de acuerdo a los instrumentos del Plan de Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades, de ONEMI.

Estos mensajes deben generarse centralizadamente, para evitar distorsiones o discrepancias. Sin embargo, resulta recomendable su difusión descentralizada a través de las autoridades de los

distintos organismos participantes en el control del evento, para otorgar transparencia y evitar las desconfianzas naturales que provocaría la difusión a cargo de una misma fuente y por un único canal de comunicación.

La generación centralizada y difusión descentralizada de una información oportuna, sobria y veraz, difundida por los medios de comunicación social, constituye el recurso más directo e inmediato para evitar descontrol social por rumores infundados.

AIDEP

Metodología para la Gestión Integral y Participativa de Prevención, Preparación, Respuesta y Recuperación frente a Emergencias y Desastres, de acuerdo a las específicas realidades locales de Riesgos y de Recursos.

Es una metodología destinada a facilitar los procesos locales de microzonificación de riesgos y de recursos, para el diseño de planes de protección y seguridad.

Está destinada a facilitar un Proceso de Planificación para la Gestión Permanente de Protección y Seguridad frente a los riesgos de un área determinada. Su aplicación corresponde al Comité de Protección Civil, de los niveles Regional, Provincial y FUNDAMENTALMENTE Comunal, bajo la responsabilidad y coordinación, respectivamente, de Intendencias Regionales, Gobernaciones Provinciales y Municipalidades. Tal Comité debe estar conformado por representantes de la Autoridad respectiva, de la Ciencia y la Tecnología y de la Comunidad Organizada.

- Análisis Histórico
- Investigación Empírica o en Terreno
- Discusión de Prioridades
- Elaboración de la Cartografía
- Planificación

ACCEDER:

Metodología para la elaboración de Planes de Manejo de Emergencias y Contingencias:

- Alarma
- Comunicación
- Coordinación
- Evaluación Inicial
- Decisiones
- Evaluación (Seguimiento)
- Revisión Del Plan

ACCEDER es una Metodología simple, de fácil manejo - estructurada en una sola hoja -, destinada a elaborar una planificación para el manejo de situaciones de emergencia, considerando los principios de Ayuda Mutua y Uso Escalonado de Recursos, que sustentan al Sistema de Protección Civil.

SISTEMA DE EVALUACIÓN DE DAÑOS Y NECESIDADES EN SITUACIONES DE EMERGENCIA Y DESASTRE

Para una mejor clarificación sobre la importancia de la información para el control de emergencias y desastres, es dable situarse en la Metodología ACCEDER dispuesta por ONEMI para el diseño de Planes de Respuesta o Contingencia.

ESTADO DEL ESTUDIO DE MITIGACIÓN⁴⁵

⁴⁵ Erika Alavarez Cortez. DDUI MINVU IX

Con fecha 22 de Febrero de 2005 comenzó a sesionar la comisión de obras de mitigación la que se encuentra conformada por actores claves pertenecientes a los servicios públicos, municipios y ámbito académico (universidades).

Se definió que se requieren dos niveles de estudio, uno integral que contemple el área total de influencia de las erupciones del volcán Villarrica generando la cartografía e imágenes bases totales del área (cuencas) y otro, que se desarrolle a nivel de cauce considerando los estudios de ingeniería básica (Prediseño de obras).

Los estudios de ingeniería básica consideran los cauces Turbio, Pedregoso, Zanjón Seco, Voipir, Molco–Huichatio, Chaillupén - Melilahuén y delta del río Trancura, pertenecientes a las comunas de Villarrica y Pucón.

Este estudio contempla la generación de la base cartográfica escala 1:10.000 y 1:1.000 del área en estudio en forma integral (cuencas) y los estudios de ingeniería básica con su correspondiente anteproyecto de obras de mitigación, incluyendo especificaciones técnicas y presupuestos para cada uno de los cauces involucrados en el estudio. El costo total de éstos corresponde a M\$ 328.000. Con los resultados obtenidos de éste se licitará en forma posterior los diseños de ingeniería y ejecución de las obras (Construcción).

El Estudio de Prefactibilidad para La Mitigación del Riesgo Volcánico y otros Geológicos Asociados. Comunas de Villarrica – Pucón - Curarrehue, IX Región de La Araucanía se divide en dos etapas:

- Etapa I: levantamiento base cartográfica
- Etapa II: estudios geológicos, hidrológicos y glaciológicos.

A través de la firma de un Convenio de Mandato la Secretaria Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo, Secretaria Regional Ministerial de Obras Públicas, Gobierno Región de La Araucanía, Ilustre Municipalidad de Pucón e Ilustre Municipalidad de Villarrica han comprometido M\$ 328.000 para el desarrollo de las 2 etapas previstas en el estudio.

A través de la firma de un Convenio de Cooperación Técnica se asignó tareas, responsabilidades y deberes para con el estudio a las siguientes instituciones. CONAF, CONAMA, SERNAGEOMIN, SERNATUR y OREMI.

La primera etapa se dio inicio el día 10 de Noviembre de 2006 con la firma del contrato con la Empresa Cruz y Dávila Ingenieros, con un plazo de 160 días corridos.