De: Ambyter Consultores
Enviado el: miércoles, 17 de julio de 2024 21:42
Para: DS Lista Sitios
Asunto: Antecedentes sitio Prioritario Maullin
Datos adjuntos: Recep_Antecedentes__Sitios_Prioritarios.xlsx

Estimados:
Junto con saludar adjunto antecedentes técnicos del área de Puerto Montt integrante de la cuenca del Río Maullin sitio prioritario Código SP1-035.
Para tales efectos adjunto excel solicitado en la correspondiente convocatoria para aportar antecedentes junto a drive que contiene una recopilación de informes técnicos de sernageomin, consultoras ambientales y registros publicados en Participación Ciudadana de EIA, todos del sector cuarta terraza de la ciudad de Puerto Montt, área aportante e integrante de la cuenca hidrogeográfica del Maullín.

https://drive.google.com/drive/folders/1dGVLVmkbOouMxArcQ1zFcUPFI9l0f6ff?usp=drive_link

Sin otro particular, quedo a la espera de confirmación de recepción de antecedentes.
Atte

Gladys Sanchez Parraguez
Directora

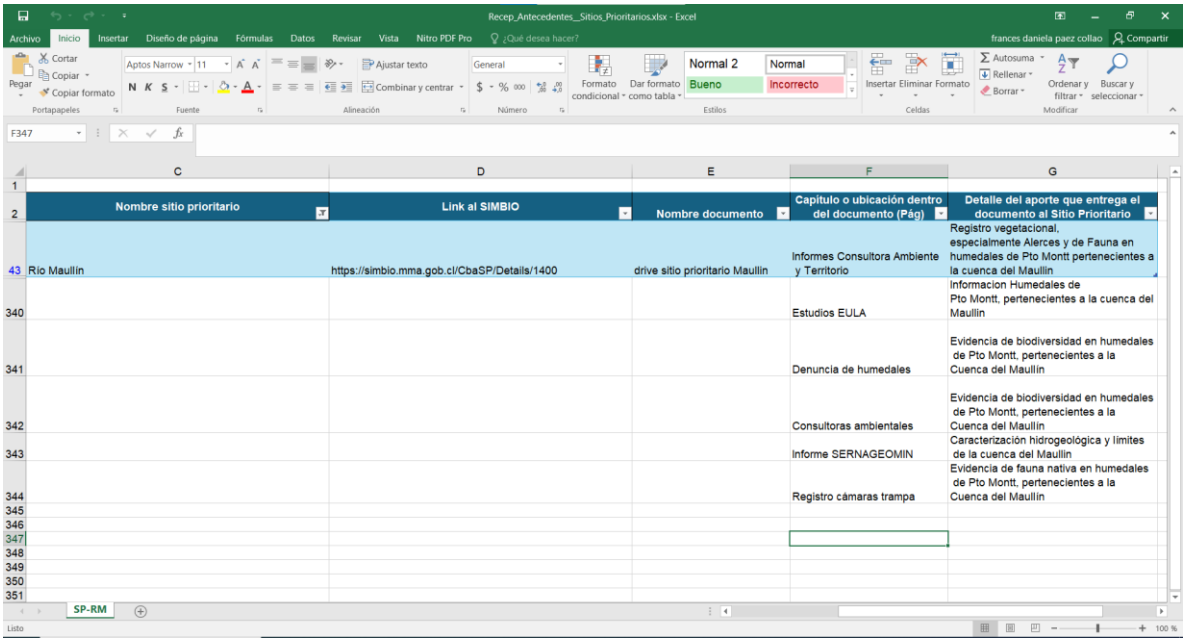
Ministerio del Medio Ambiente

Gobierno de Chile

CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Sur en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través de correo electrónico el 17 de julio 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

Excel, “Recep_Antecedentes__Sitios_Prioritarios.xlsx”

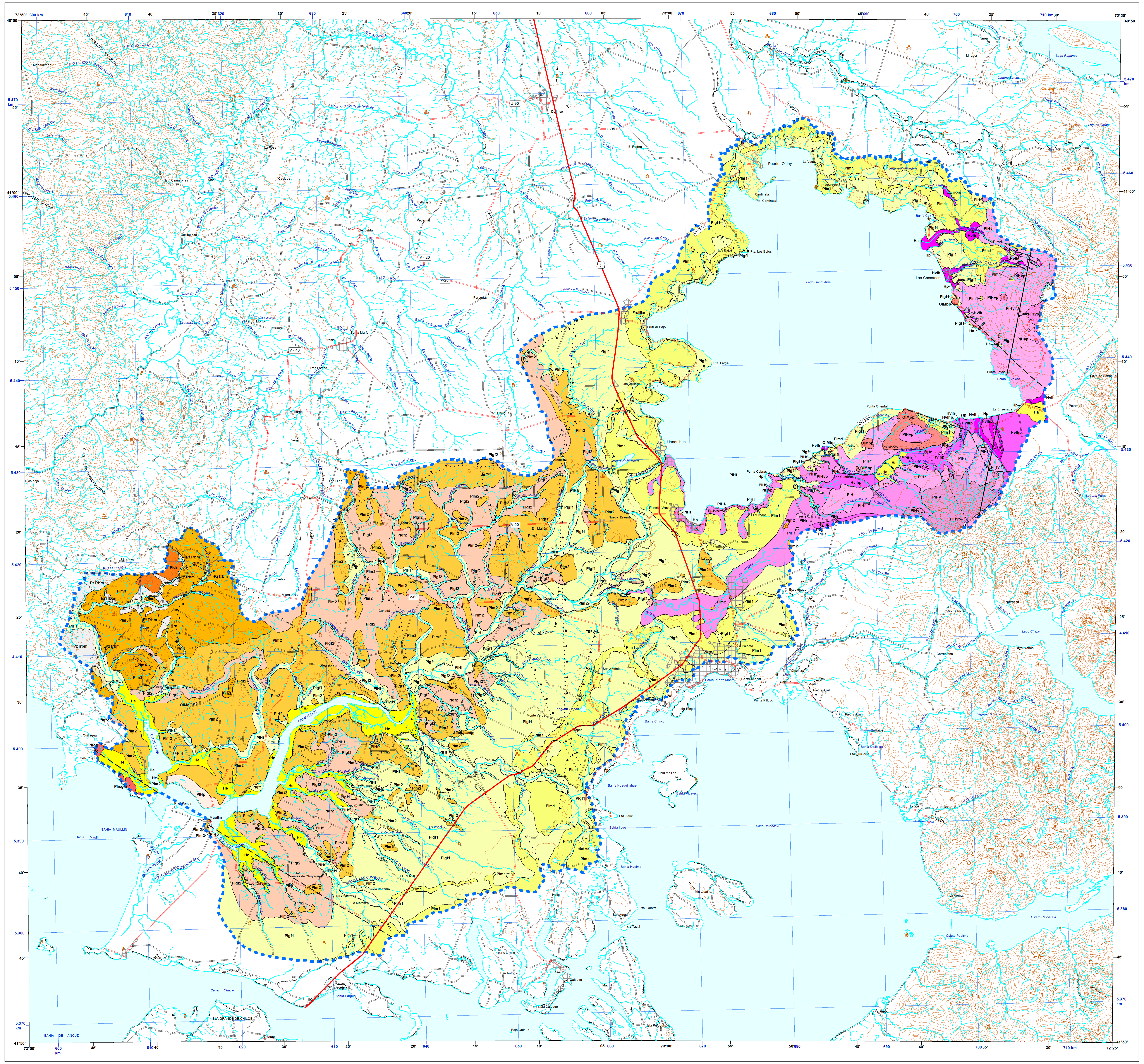


	Nombre sitio prioritario	Link al SIMBIO	Nombre documento	Capitulo o ubicación dentro del documento (Pág)	Detalle del aporte que entrega el documento al Sitio Prioritario
43	Rio Maullin	https://simbio.mma.gob.cl/CbaSP/Details/1400	drive sitio prioritario Maullin	Informes Consultora Ambiente y Territorio	Registro vegetacional, especialmente Alerces y de Fauna en humedales de Pto Montt pertenecientes a la cuenca del Maullin
340				Estudios EULA	Informacion Humedales de Pto Montt, pertenecientes a la cuenca del Maullin
341				Denuncia de humedales	Evidencia de biodiversidad en humedales de Pto Montt, pertenecientes a la Cuenca del Maullin
342				Consultoras ambientales	Evidencia de biodiversidad en humedales de Pto Montt, pertenecientes a la Cuenca del Maullin
343				Informe SERNAGEOMIN	Caracterización hidrogeológica y limites de la cuenca del Maullin
344				Registro cámaras trampa	Evidencia de fauna nativa en humedales de Pto Montt, pertenecientes a la Cuenca del Maullin

SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA

COMPILACIÓN GEOLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAULLÍN

ESCALA 1:200.000



L E Y E N D A

DEPÓSITOS NO CONSOLIDADOS Y ROCAS ESTRATIFICADAS

CENOZOICO — NEÓGENO — HOLOCENO

He — **Depósitos estuarinos** (Holoceno)
Depósitos asociados a sistemas fluviales, marinos y/o de estuarios. Compuestos por arenas, limos y arcillas. Ubicados en los lechos y riberas del río Maullín y sus tributarios.

Hp — **Depósitos litorales** (Holoceno)
Depósitos de arenas, gravas y ripios bien seleccionados y redondeados con estratificación horizontal planar e imbricación hacia el mar. Incluye depósitos lacustres en el entorno del lago Llanquihue.

Ha — **Depósitos aluviales** (Holoceno)
Gravas mal seleccionadas ricas en matriz arenosa, polimícticas con fragmentos volcánicos predominantes. Ubicadas en las laderas de los centros volcánicos.

PlHr — **Depósitos de remoción en masa** (Holoceno)
Depósitos generados por el deslizamiento del edificio volcánico Calbuco. Corresponde a un depósito macizo y caótico, de gran espesor (>200m), con clastos angulosos y una matriz de gravas a arcillas.

PlHv — **Secuencias indiferenciadas de lavas y depósitos piroclásticos** (Holoceno)
Secuencias volcánicas constituidas por interestratificación de lavas y depósitos piroclásticos, con diferente grado de consolidación. En el volcán Pichihuinco se observan basaltos porfídicos y piroclastos de escoria, lapilli, ceniza, bombas y bloques. En el volcán Calbuco esta unidad está representada por intercalaciones de lavas andesíticas, depósitos piroclásticos y brechas piroclásticas de origen lahárico.

PLEISTOCENO

PlHf — **Depósitos fluviales** (Pleistoceno Superior-Holoceno)
Depósitos de gravas, de moderada a buena selección, con clastos redondeados e imbricados con una matriz de arena gruesa a media. Se ubican en antiguos lechos fluviales de los ríos Maullín, Colegual, Quenuir y tributarios y también en los antiguos desagües glaciares tales como los ríos Gómez y El Peñol.

PlHp — **Depósitos litorales** (Pleistoceno-Holoceno)
Depósitos de arenas y gravas bien seleccionadas, similares a los depósitos de playa actuales, pero ubicados lejos de la línea de costa actual.

Plm1 — **Depósitos morrénicos de la Glaciación Llanquihue** (Pleistoceno-Superior)
Depósitos de 'till' que se manifiestan morfológicamente como cordones morrénicos muy bien conservados. Principalmente corresponden a gravas, mal seleccionadas, clasto a matriz soportadas, con matriz de limos y arenas finas y clastos de grava gruesa a fina, presentando Los estrías glaciares y frecuente retrabajo por proveniencia glaciofluvial previa. Se ubican en el borde del lago Llanquihue y paralelo a la costa del canal de Chacao.

Plgf1 — **Depósitos glaciofluviales de la Glaciación Llanquihue** (Pleistoceno Superior)
Depósitos de gravas, con buena selección, clasto soportados. Con matriz de limos y arcillas. Clastos de grava y arena gruesa. Presentan buena estratificación planar horizontal, cruzada, granodecreciente y se encuentran interestratificados con potentes lentes arenas y limos. Se ubican adyacentes a Plm1 y en la ribera occidental del rio Maullín.

Plm2 — **Depósitos morrénicos de la Glaciación Santa María** (Pleistoceno Medio-Superior)
Depósitos de 'till', constituyen un diamicto masivo de color gris pardo, mal seleccionado y matriz soportado, oxidado y compactado, semicementado por limos y arenas finas. Los clastos presentan estrías y facetas glaciares y, una pequeña proporción, muestra cáscaras de meteorización. Se ubican al norte del rio Maullín.

Plgf2 — **Depósitos glaciofluviales de la Glaciación Santa María** (Pleistoceno Medio-Superior)
Depósitos compuestos por gravas y arenas, de buena a moderada selección, y que presentan oxidación, lo que les otorga una coloración amarilla anaranjada. Predominan las facies clasto soportadas de gravas en una matriz arenosa, con estratificación planar horizontal o cruzada, granodecreciente. Ubicados al norte del rio Maullín.

Plm3 — **Depósitos morrénicos de la Glaciación Río Llico** (Pleistoceno Medio)
Depósitos de 'till', mal seleccionados y estratificados, matriz soportados, compuestos por gravas en una matriz de limos y arcillas. Los clastos presentan coloración rojiza, amarilla y/o anaranjada, con cascaras de alteración. En afloramientos se encuentran bien compactados. Ubicados en el límite norte del cuenca.

Plm4 — **Depósitos morrénicos de la Glaciación Tegualda** (Pleistoceno Medio?)
Depósitos de 'till', mal clasificados y, generalmente, mal estratificados. Presentan clastos de tamaño grava y bolones, con una meteorización intensa y la mayoría son blandos. La matriz se encuentra muy alterada y presenta colores pardos y grises.

Pldi — **Diamictos indiferenciados antiguos** (Pleistoceno Inferior?)
Diamicto masivo y matriz soportado, sin estratificación y pequeños lentes de grava . Los clastos son de tamaño grava a bolones, inmersos en una matriz limo-arcillosa. Posiblemente corresponden a depósitos de 'till' más antiguos que la Glaciación Tegualda.

PLIOCENO

Plicg — **Formación Caleta Godoy** (Plioceno)
Unidad continental, parálica y marina, compuesta por conglomerados, tobas, areniscas y mantos de carbón centimétricos. Ubicados en el borde litoral del río Quenuir.

MIOCENO

PALEÓGENO — OLIGOCENO — EOCENO — PALEOCENO

OlMc — **Formación Cheuquemó** (Oligoceno Superior-Mioceno Inferior)
Unidad sedimentaria continental-parálica, caracterizada por una secuencia grano decreciente de conglomerados a areniscas de grano grueso y fangolitas hacia el techo e intercalaciones de carbón. Ubicados al oeste del río Quenuir.

MESOZOICO — CRETÁCICO — JURÁSICO — TRIÁSICO

PzTrbm — **Complejo Metamórfico Bahía Mansa** (Paleozoico-Triásico?)
Rocas metamórficas correspondientes a esquistos pelíticos a semipelíticos, con menor proporción de metareniscas e intercalaciones de esquistos máficos y escasos cuerpos de rocas máficas y ultramáficas tectónicamente emplazados.

PALEOZOICO — PÉRMICO — CARBONÍFERO

ROCAS VOLCÁNICAS

Hvlh — **Depósitos de origen lahárico** (Holoceno)
Corresponden a depósitos laháricos, originados en frío o caliente, históricos, con bajo grado de consolidación, compuestos por gravas de moderada a mala selección, en una matriz arenosa, intercaladas con cenizas, estratificadas, con rasgos de imbricación y cubierto por escasa vegetación.

Hvlhp — **Abanicos laháricos y flujos piroclásticos** (Holoceno)
Corresponden a depósitos de lahares, lahares originados en caliente y flujos de tipo 'block and ash' acumulados a la salida de grandes quebradas, en cuyas cabeceras existió la interacción magma hielo y/o nieve. Compuestos por clastos angulosos a subredondeados y bloques métricos con abundante material juvenil.

PlHvl — **Lavas y domos** (Pleistoceno-Holoceno)
Lavas de composición basáltica y andesítico basáltica y localmente daciticos. Forman parte de los edificios volcánicos y se encuentran expuestas en los flancos de los conos centrales. En el volcán Osorno existen domos que son de composición dacítica y en el Calbuco se presenta un cuerpo domiforme ubicado en interior del antiguo cráter central e incluye algunas coladas de lava (de composición andesítica).

PlHvp — **Depósitos piroclásticos semiconsolidados** (Pleistoceno-Holoceno)
Depósitos piroclásticos de caída y conos piroclásticos asociados a coladas de lavas, intercalados locamente con depósitos volcanoclásticos de tamaño bloque a lapilli. Se ubican en torno a los cráteres de los volcanes Calbuco y Osorno, en el valle del río Negro, en Alerce y borde occidental del lago Llanquihue. Presentan niveles de acumulación de pómez, escoria y/o ceniza y una composición química andesítica-basáltica.

ROCAS PLUTÓNICAS

OlMbp — **Granitoides del Batolito Norpatagónico** (Oligoceno Superior-Mioceno Medio)
Rocas intrusivas que corresponden al basamento de los volcanes. Presentan composición de tonalitas, dioritas y granodioritas y, en menor proporción, gabros y dioritas.

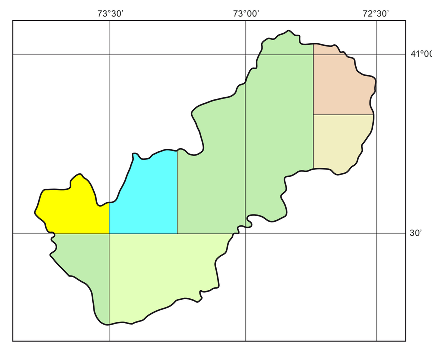
ESCALA 1:200.000

Equidistancia curvas de nivel: 250 m

S I M B O L O G Í A

- Contacto de unidad hidrogeológica
- Falla observada/inferida/cubierta
- Falla normal cubierta
- Falla inversa cubierta
- Falla de rumbo dextral observada
- Falla de rumbo sinestral observada/cubierta
- Escarpe
- Lago o laguna
- Río
- Curso intermitente
- Carretera Panamericana
- Camino pavimentado
- Camino sin pavimento
- Curva de nivel índice
- Curva de nivel secundaria
- Cota (m s.n.m.)
- Centro urbano

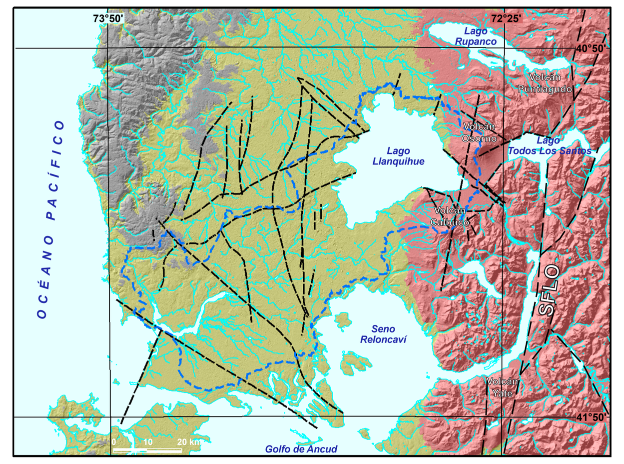
TRABAJOS ANTERIORES



GEOLOGÍA

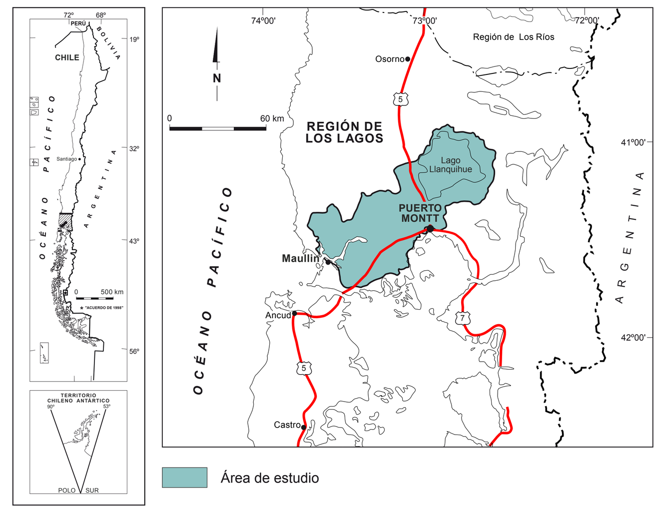
- Sellés y Moreno, 2011 (1:50.000)
- Moreno *et al.*, 2010 (1:50.000)
- Clayton y Antinao, 1998, 2000 (1:100.000)
- Antinao *et al.*, 1998, 2000 (1:100.000)
- Duhart *et al.*, 1998 (1:100.000)
- Clayton y Antinao, 1998 (1:100.000)

ESQUEMA MORFOESTRUCTURAL



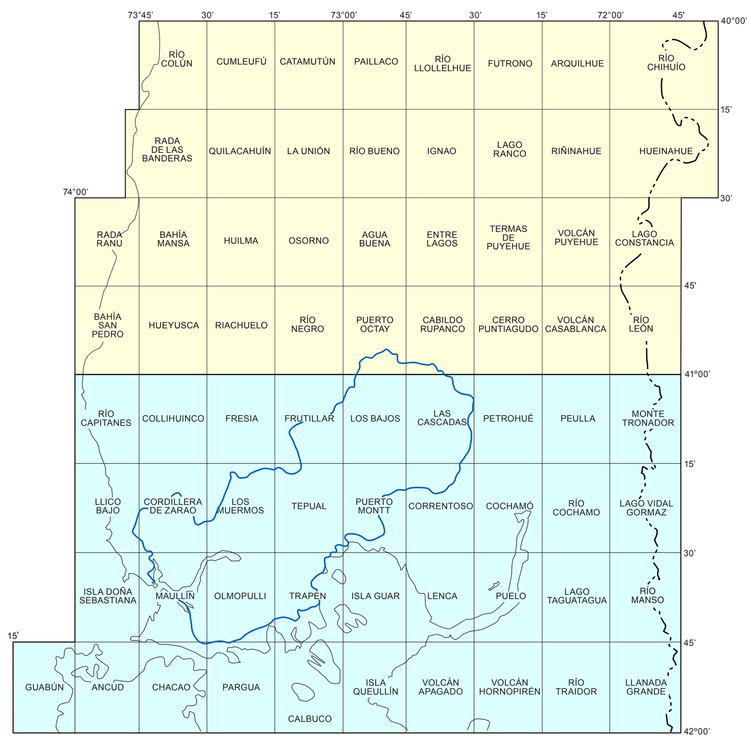
- Cordillera de la Costa
- Depresión Intermedia
- Cordillera de los Andes
- Área de estudio
- SFLO Sistema de Falla Liquiñe-Ofqui
- Fallas inferidas

MAPA DE UBICACIÓN



Área de estudio

CUADRO DE SITUACIÓN EN HOJAS OSORNO Y PUERTO MONTT



- ÁREA CUENCA DEL RÍO MAULLÍN, escala 1:200.000
- Cartas Catálogo IGM, escala 1:50.000 en Hoja Osorno escala 1:250.000
- Cartas Catálogo IGM, escala 1:50.000 en Hoja Puerto Montt escala 1:250.000

Referencia bibliográfica
Troncoso, R., Avilés, F.; Pizarro, S., Páez, D.; Morales, D. 2015. Caracterización hidrogeológica de la cuenca del río Maullín, Región de Los Lagos. Servicio Nacional de Geología y Minería, Informe Registrado IR-15-60, 120 p., 2 mapas escala 1:200.000, 1 perfil, 1 DVD anexos. Santiago.

Inscripción No. 260.892

© Servicio Nacional de Geología y Minería. Av. Santa María 0104, Casilla 10465, Santiago, Chile.
Director Nacional: Rodrigo Álvarez S.
Subdirector Nacional de Geología: Mario Pereira A.

Derechos reservados, prohibida su reproducción.

Edición
Este informe no ha sido editado en conformidad con los estandares y/o nomenclatura de la Subdirección Nacional de Geología, del Servicio Nacional de Geología y Minería.

Normas utilizadas
Escala Geológica del Tiempo: Gradstein, F.M.; Ogg, J.G.; Schmitz, M.D.; Ogg, G.M. (editores) 2012.

Base topográfica
Cartas escala 1:50.000, Puerto Octay, Cabildo Rupanco, Frutillar, Los Bajos, Las Cascadas, Llico Bajo, Cordillera del Zarao, Los Muermos, Tepual, Puerto Montt, Correntoso, Maullín, Olmopulli, Trapén, Chacao y Pargua del Instituto Geográfico Militar (Chile), modificadas.

Referencia geodésica
Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM), Zona 18S, SIRGAS.

Apoyo científico y técnico
Producción digital: Alejandro Ramos G., Eduardo Córdova Z., Ignacio Bascuñán A. Oficina Técnica Puerto Varas, Servicio Nacional de Geología y Minería, Chile.

Apoyo financiero
Fondos Sectoriales del Servicio Nacional de Geología y Minería.

"Autorizada su circulación por Resolución N° 412 del 16.09.14 de la Dirección Nacional de Fronteras y Límites del Estado.
La edición y circulación de mapas, cartas geográficas u otros impresos y documentos que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen, en modo alguno, al Estado de Chile, de acuerdo con el Art. 2°, letra g) del DFL N° 83 de 1979 del Ministerio de Relaciones Exteriores".

CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAULLÍN

SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA

COMPILACIÓN GEOLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAULLÍN

REGIÓN DE LOS LAGOS

Escala 1:200.000

Rosa Troncoso V.
Felipe Avilés M.
Samuel Pizarro P.
Daniel Páez D.
Daniel Morales V.

SERNAGEOMIN Ministerio de Minería — Gobierno de Chile

INFORME REGISTRADO IR-15-60
MAPA 1 de 2

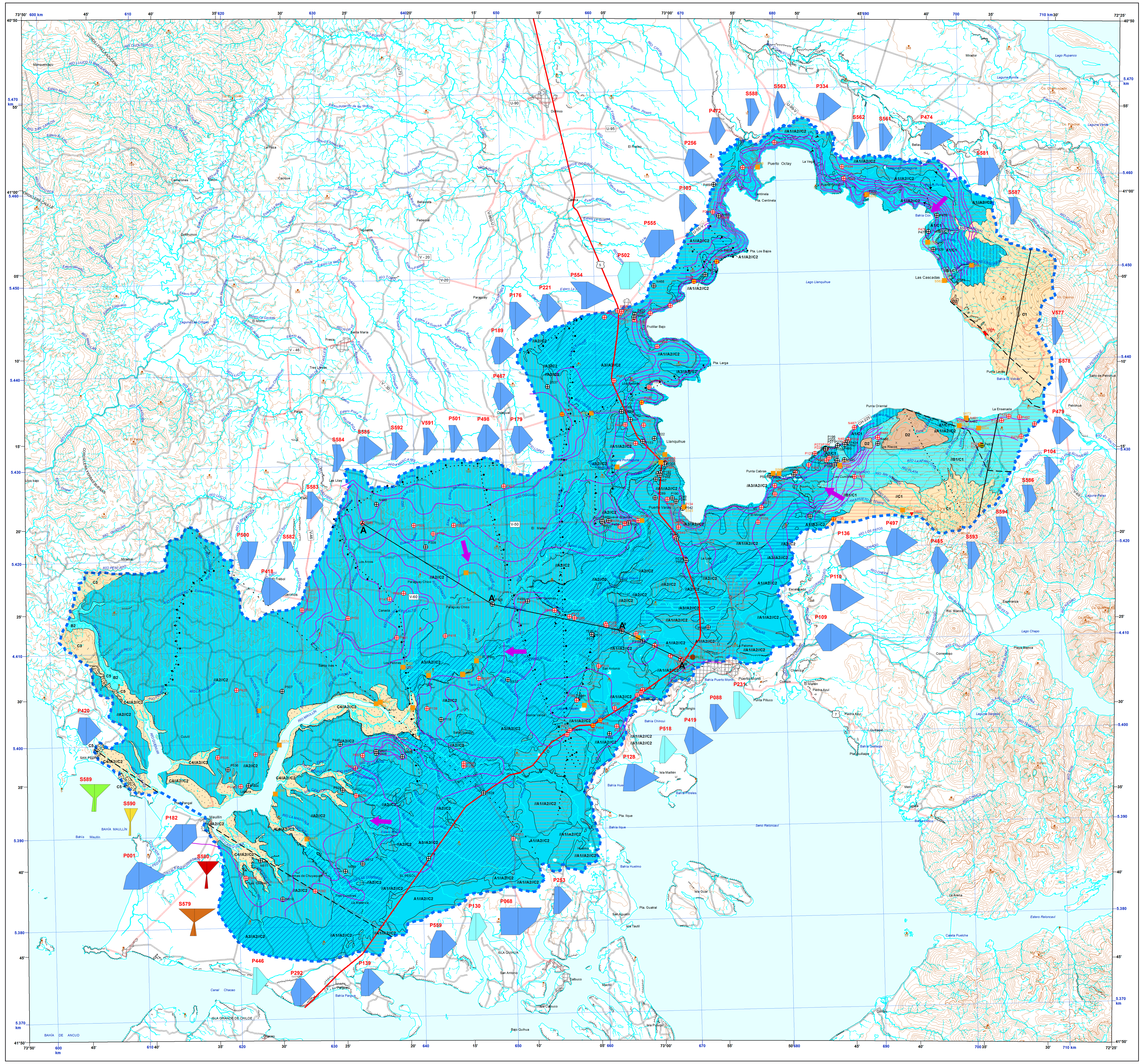
SUBDIRECCIÓN NACIONAL DE GEOLOGÍA

2015

SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA

MAPA HIDROGEOLÓGICO PRELIMINAR DE LA CUENCA DEL RÍO MAULLÍN

ESCALA 1:200.000



P R E S E N T A C I Ó N

El mapa hidrogeológico preliminar de la cuenca del río Maullín es un mapa básico que muestra la distribución de unidades hidrogeológicas, de manera que puedan ser identificadas en relación a su potencial para el aprovechamiento de recursos de agua subterránea. Las unidades hidrogeológicas (UH) se definen como un conjunto de rocas o depósitos no consolidados que por su petrografía, textura o estructura poseen propiedades de porosidad y permeabilidad uniformes y límites definidos. Las unidades se clasificaron en cuatro clases de potencial hidrogeológico: alto, moderado, bajo y muy bajo a nulo. Esta clasificación consideró la aptitud productiva y la extensión lateral reconocida de las UH, las que se identifican en el mapa siguiendo un esquema de colores modificado de Struckmeier y Margat (1995). Las clases de potencial se denominaron con las letras A, B, C y D, acompañado de un índice numérico que determina su jerarquía relativa. De acuerdo a lo anterior, las unidades A y B se identifican como unidades de potencial alto y moderado, respectivamente, mientras que las unidades C y D, se identifican como unidades que conforman acuíferos de bajo potencial (acuitardos) o de potencial muy bajo a nulo (que no forman acuíferos), respectivamente. Estas últimas unidades (D) constituyen en subsuperficie el basamento impermeable y su profundidad ha sido determinada principalmente sobre la base de información geofísica. La disposición y contacto entre unidades puede ser de diversa naturaleza. Se utiliza una línea diagonal (/), cuando, en una secuencia, dos unidades se disponen en continuidad hidráulica, aunque presentan diferencias litológicas que permiten distinguirlas, también se utiliza al inicio de la secuencia para indicar condición de acuífero libre, pero con presencia de un nivel considerado como impermeable ubicado sobre la superficie piezométrica de dicho acuífero. En cambio, se utilizan dos líneas diagonales (//) para representar confinamiento de una unidad hidrogeológica, ya sea si esta se ubica en la parte superior de la secuencia o bajo otra unidad, es decir, cuando existe un estrato impermeable que sobreyace a la unidad portadora de agua subterránea.

L E Y E N D A

UNIDADES Y SECUENCIAS HIDROGEOLÓGICAS DE ALTO POTENCIAL EN DEPÓSITOS NO CONSOLIDADOS

Conforman acuíferos intergranulares, extensos y altamente productivos

Unidad / Secuencia Hidrogeológica	Columna esquemática	Características litológicas y distribución	Características hidrogeológicas
A1//A2//C2	A1, A2, C2, D1	Interestratificación de depósitos de gravas de origen glaciofluvial principalmente clastosoportadas, con matriz de arenas gruesas, no consolidadas; que se intercalan con depósitos morrénicos, conformados por gravas mal seleccionadas, clasto a matriz soportadas, con matriz arcillosa y bien compactadas (A1: Plgf1, Plm1). Bajo dicha interestratificación se encuentran diamictos masivos, de gravas con matriz de arcillas, limos y arenas finas, principalmente matrizsoportado, que corresponen a depositos de origen glacial y glaciofluvial (//A2: Plm2, Plgf2, Plgl2, Plm3, Plm4, Pldi). Infrayace a los depósitos glaciales una secuencia de rocas sedimentarias estratificadas indiferenciadas de origen: continental, volcánico, parálico y marino del Oligoceno-Plioceno (//C2: Msd, OlMp, OlMc, OlMspcm, Olvc, Plisvc, Plicg). La base de esta secuencia corresponde al basamento metamórfico Bahía Mansa (D1: PzTrbm), el cual se se encuentra compuesto de esquistos pelíticos a semipelíticos con menor cantidad de metareniscas, intercalaciones tectónicas de esquistos máficos y escasos cuerpos ígneos máficos y ultramáficos tectónicamente emplazados.	Conforma predominantemente acuíferos libres y que presentan conexión hidráulica con las unidades hidrogeológicas adyacentes y cauces fluviales actuales. No obstante lo anterior, en algunos pozos se reconoce, localmente, confinamiento o una condición libre cubierta. En otros pozos, especialmente en los sectores de Cardonal y Trapén, se reconoce una secuencia conformada por dos niveles permeables separados por estratos de arcilla, donde, ocasionalmente, ambos niveles se encuentran habilitados, como ocurre en los pozos de Trapén, (P063 y P454). En el pozo P063, particularmente, esta estratificación que incorpora niveles arcillosos confinantes hace que se produzca surgencia. Las transmisividades se encuentran entre 2,63 y 6.730 m2/d, mientras que los caudales de explotación en pozos que perforan la secuencia se encuentran entre 2,2 y 115 l/s, con un promedio de 21,53 l/s.
//A1//A2//C2	A1, A2, C2, D1	Interestratificación de depósitos morrénicos, conformados por gravas mal seleccionadas, clasto a matriz soportadas, con matriz arcillosa y bien compactadas de muy baja permeabilidad, las que se intercalan con depósitos de gravas de origen glaciofluvial principalmente clastosoportadas, con matriz de arenas gruesas, no consolidadas (//A1: Plm1, Plgf1) . Bajo dicha interestratificación se encuentran diamictos masivos, de gravas con matriz de arcillas, limos y arenas finas, que corresponen a depósitos de origen glacial y glaciofluvial (//A2: Plm2, Plgf2, Plgl2, Plm3, Plm4, Pldi). Infrayace a los depósitos glaciales una secuencia de rocas sedimentarias estratificadas indiferenciadas de origen: continental, volcánico, parálico y marino (//C2: Msd, OlMp, OlMc, OlMspcm, Olvc, Plisvc, Plicg). La base de esta secuencia corresponde al basamento metamórfico Bahía Mansa (D1: PzTrbm), el cual se se encuentra compuesto de esquistos pelíticos a semipelíticos con menor cantidad de metareniscas, intercalaciones tectónicas de esquistos máficos y escasos cuerpos ígneos máficos y ultramáficos tectónicamente emplazados.	Forma acuíferos de tipo confinado en su mayoría, condición otorgada por niveles de muy baja permebilidad de Plm1. Las transmisividades determinadas en pozos habilitados en la unidad //A1 se encuentran en un rango muy amplio, entre 0,9 m2/día y 8.020 m2/día, con un promedio de 522 m2/día. Sin embargo, la mayor parte de los resultados indican transmisividades medias a altas y altas . De acuerdo a la información disponible, los caudales de explotación otorgados en estos pozos que perforan la unidad //A1 se encuentran entre 0,75 y 80 l/s, con un promedio de 14,12 l/s.
A1/C1	A1, C1, D2	Interestratificación de depósitos de gravas de origen glaciofluvial principalmente clastosoportadas, con matriz de arenas gruesas, no consolidadas; las que se intercalan con depósitos morrénicos, conformados por gravas mal seleccionadas, clasto a matriz soportadas, con matriz arcillosa y bien compactadas (A1: Plgf1, Plm1). Bajo dicha interestratificación se encuentra una secuencia formada por lavas, depósitos piroclásticos y depósitos laháricos (C1: PlHv, PlHvl, PlHvp, Hvlhp) del Pleistoceno y Holoceno. En las laderas del volcán Calbuco, esta unidad está conformada por coladas de lavas, depósitos piroclásticos intercalados con brechas piroclásticas y lahárico. En las laderas del volcán Osorno, esta unidad se compone de lavas, junto con depósitos piroclásticos de caída y depósitos de origen lahárico ricos en matriz de ceniza y arena. La unidad D2 (OlMbp), definida como el basamento impermeable de esta secuencia está formada por intrusivos granitoides.	La información de los pozos que se encuentran en esta secuencia indica, predominantemente, la presencia de acuíferos de tipo libre. Las transmisividades, calculadas sobre la base de 4 pruebas de bombeo correspondientes a pozos situados en esta secuencia, se encuentran entre 25,2 y 6.960 m2/d, lo que corresponde a transmisividades desde bajas hasta muy altas. Por otra parte, los caudales de explotación en pozos que perforan la secuencia A1/C1 se encuentran entre 3 y 6 l/s, con un promedio de 4,3 l/s.
//A2//C2	A2, C2, D1	Depósitos glaciales generados durante las glaciaciones Santa María, Río Llico y Tegualda (//A2: Plm2, Plgf2, Plgl2, Plm3, Plm4, Pldi), los que se diferencian en: 1) Morrenas de diamictos masivos, principalmente matrizsoportado y de mala selección, con matriz de arcillas, limos y arenas finas, en la que se encuentran insertos clastos de gravas y bolones, 2) Depósitos glaciofluviales constituidos por grava y arena, de buena a moderada selección, 3) Depósitos glaciolacustres compuestos de limo, arcilla y arena fina, y 4), Depósitos fluviales antiguos dispuestos en terrazas de antiguos cursos fluviales, compuestos por gravas bien redondeadas, inmersas en una matriz de arenas gruesas y medias. Infrayace a los depósitos glaciales una secuencia de rocas sedimentarias indiferenciadas de origen: continental, volcánico, parálico y marino (//C2: Msd, OlMp, OlMc, OlMspcm, Olvc, Plisvc, Plicg). La base de esta secuencia corresponde al basamento metamórfico Bahía Mansa (D1: PzTrbm), el cual se se encuentra compuesto de esquistos pelíticos a semipelíticos con menor cantidad de metareniscas, intercalaciones tectónicas de esquistos máficos y escasos cuerpos ígneos máficos y ultramáficos tectónicamente emplazados.	Forma acuíferos confinados debido a la presencia de abundante arcilla en la matriz de depósitos morrénicos. En concordancia con lo anterior, en la estratigrafía de pozos de agua se infiere condición de confinamiento en gran parte de éstos y particularmente uno de los pozos observados (P467), presenta surgencia gran parte del año. Los valores de transmisividad calculados varían de 8 a los 1.230 m2/d, constituyendo un amplio rango, sin embargo, la mayor parte de los pozos analizados presentan transmisividades clasificadas como bajas (entre 10 y 100 m2/d).
A3//A2//C2	A3, A2, C2, D1	La unidad A3 está constituida por depósitos de gravas, principalmente clastosoportadas, con matriz de arenas gruesas, no consolidadas, de origen glaciofluvial y edad Pleistoceno Superior (Plgf1), que en esta área corresponden a los depósitos acumulados en la planicie de 'outwash' principal de la glaciación Llanquihue. Bajo dicha interestratificación se encuentran diamictos masivos, principalmente matrizsoportados, de gravas con matriz de arcillas, limos y arenas finas, que corresponen a depósitos de origen glacial y glaciofluvial (//A2: Plm2, Plgf2, Plgl2, Plm3, Plm4, Pldi). Infrayace a los depósitos glaciales una secuencia de rocas sedimentarias indiferenciadas de origen: continental, volcánico, parálico y marino (//C2: Msd, OlMp, OlMc, OlMspcm, Olvc, Plisvc, Plicg). La base de esta secuencia corresponde al basamento metamórfico Bahía Mansa (D1: PzTrbm), compuesto de esquistos pelíticos a semipelíticos con menor cantidad de metareniscas, intercalaciones de esquistos máficos y escasos cuerpos ígneos.	Conforma acuíferos predominantemente de tipo libre, aunque existe un número considerable de pozos que describen unidades cubiertas o confinadas, especialmente en el sector NE, en torno a la ruta 5 Sur. Esto último probablemente se debe a que la unidad //A2 se encuentra muy cercana a la superficie, por lo que no se descarta que algunos de estos pozos estén habilitados en esta última unidad. Las transmisividades determinadas en pozos que perforan la secuencia se encuentran entre 1,02 y 3.300 m2/día, con un promedio de 543 m2/día. Los caudales de explotación otorgados en pozos que perforan la unidad A3 se encuentran entre 1 y 54 l/s, con un promedio de 16,3 l/s.
/A3//A2//C2	A3, A2, C2, D1	La unidad /A3 está constituida por depósitos de gravas, principalmente clastosoportadas, con matriz de arenas gruesas, no consolidadas, de origen glaciofluvial y edad Pleistoceno Superior (Plgf1), se encuentra cubierta en superficie por depósitos piroclásticos del Pleistoceno y Holoceno (PlHvp), los que, dentro de su estratigrafía, presentan niveles de muy baja permeabilidad. Bajo /A3 se encuentran diamictos masivos, principalmente matrizsoportados, de gravas con matriz de arcillas, limos y arenas finas, que corresponen a depósitos de origen glacial y glaciofluvial (//A2: Plm2, Plgf2, Plgl2, Plm3, Plm4, Pldi). Infrayace a los depósitos glaciales una secuencia de rocas sedimentarias indiferenciadas de origen: continental, volcánico, parálico y marino (//C2: Msd, OlMp, OlMc, OlMspcm, Olvc, Plisvc, Plicg). La base de esta secuencia corresponde al basamento metamórfico Bahía Mansa (D1: PzTrbm), compuesto de esquistos pelíticos a semipelíticos con menor cantidad de metareniscas, intercalaciones de esquistos máficos y escasos cuerpos ígneos.	Conforma acuíferos de tipo libre cubierto, evidenciada por la estratigrafía de pozos de agua. Los valores de transmisividad en esta secuencia, varían desde 21 a 9.300 m2/d, abarcando rangos de baja a muy alta transmisividad. Los caudales de explotación en estos pozos varían de 5,6 a 25 l/s.

UNIDADES Y SECUENCIAS HIDROGEOLÓGICAS DE MODERADO POTENCIAL EN DEPÓSITOS NO CONSOLIDADOS

Conforman acuíferos intergranulares, locales y con productividad moderada e irregular

Unidad / Secuencia Hidrogeológica	Columna esquemática	Características litológicas y distribución	Características hidrogeológicas
//B1/C1	B1, C1, D2, D2	La unidad //B1 está formada por depósitos piroclásticos, depósitos laháricos y depósitos originados por procesos de remoción en masa, generados durante el Pleistoceno y el Holoceno (PlHr, Hvlh, Hvlhp). Litológicamente corresponden a macizos caóticos no consolidados, con variable granulometría y de mala selección, intercalados con depósitos piroclásticos y localmente cubierto por depósitos lacustres (Hp) en los márgenes del lago Llanquihue. Bajo //B1 se encuentran lavas predominantemente andesíticas, depósitos piroclásticos intercalados, depósitos laháricos con brechas piroclásticas y brechas de origen lahárico (C1: PlHv, PlHvl, PlHvp, Hvlhp) del Pleistoceno y Holoceno. La unidad D2 (OlMbp), definida como el basamento impermeable de esta secuencia está formada por intrusivos granitoides, correspondientes a tonalitas, dioritas y granodioritas con gabros y dioritas subordinadas, este basamento infrayace a C1 y parcialmente se encuentra inmediatamente bajo B1.	Constituye acuíferos confinados, condición otorgada por el contenido de arcilla de los depósitos de remoción en masa. Los pozos con habilitación en esta secuencia se han definido caudales de aprovechamiento que van desde 4 a 20 l/s y la transmisividad calculada varía entre 47 y 693 m2/d, con los cuales se le atribuyen a esta unidad un rango de transmisividades baja a alta.
B2/C5/C3	B2, C5, C3, D1	La Unidad B2 está formada por depósitos de gravas bien seleccionadas en una matriz de arenas gruesas y medias, no consolidadas de origen fluvial, del Pleistoceno–Holoceno (PlHf). Bajo B2 se encuentran dos unidades: 1) C5: rocas estratificadas terciarias de las Formaciones Caleta Godoy y Cheuquemó (Plicg, OlMc), las que corresponden principalmente a conglomerados clasto a matriz soportados, areniscas, fangolitas, tobas y, en menor cantidad, mantos de carbón; y 2) C3: zona con desarrollo de permeabilidad secundaria en las metabasitas del Basamento Metamórfico Bahía Mansa (PzTrbm). La base impermeable de esta secuencia corresponde al basamento metamórfico Bahía Mansa (PzTrbm), sin desarrollo considerable de permeabilidad secundaria, compuesto de esquistos pelíticos a semipeliticos con menor cantidad de metariscas, intercalaciones de esquistos máficos y escasos cuerpos ígneos.	Se caracteriza por formar acuíferos libres de alta permeabilidad sin confinamiento y por estar en estrecha relación con los cauces. No se registran pozos en esta unidad de los que pueda obtener parámetros hidráulicos de dicha secuencia.

UNIDADES Y SECUENCIAS HIDROGEOLÓGICAS DE BAJO POTENCIAL EN ROCAS Y DEPÓSITOS NO CONSOLIDADOS

Conforman acuiferos menores o acuitardos con recursos limitados de agua subterránea

Unidad / Secuencia Hidrogeológica	Columna esquemática	Características litológicas y distribución	Características hidrogeológicas
C1	C1, D2	Depósitos volcánicos y volcanoclásticos del Pleistoceno y Holoceno (C1). Conformada por lavas, depósitos que constituyen las unidades PlHv, PlHvl, PlHvp, Hvlhp. En las laderas del volcán Osorno, esta unidad se compone litológicamente por lavas basálticas y andesítico-basálticas, junto con depósitos piroclásticos de caída. En la zona norte del volcán Osorno se compone de una interestratificación de coladas de lava basálticas y depósitos piroclásticos. En las laderas del volcán Calbuco, esta unidad está conformada principalmente por secuencias de coladas de lavas predominantemente andesíticas, depósitos piroclásticos intercalados con brechas piroclásticas y brechas de origen lahárico. La unidad D2 (OlMbp), definida como el basamento impermeable de esta secuencia está formada por intrusivos granitoides.	Constituye acuíferos libres o con confinamiento local. No se ha registrado un aprovechamiento de agua subterránea en esta unidad, lo cual podría estar relacionado al escaso poblamiento, a la dificultad de acceso de y a la dificultad de perforación de estas unidades.
//C1	C1, D2	Depósitos volcánicos y volcanoclásticos del Pleistoceno y Holoceno. Está conformada por lavas, depósitos que constituyen las unidades geológicas PlHv, PlHvl, PlHvp, Hvlhp. Esta unidad (//C1) está conformada principalmente por secuencias de coladas de lavas predominantemente andesíticas, depósitos piroclásticos intercalados con brechas piroclásticas y brechas de origen lahárico sobre las que se encuentran depósitos de origen piroclástico de caída, ocasionalmente formando conos de piroclásticos, e intercalaciones de depósitos volcanoclásticos con niveles de muy baja permeabilidad (PlHvp). La unidad D2 (OlMbp), definida como el basamento impermeable de esta secuencia está formada por intrusivos granitoides.	Forma acuíferos con condición de confinamiento, lo cual se evidencia en el pozo P136 que presenta surgencia. El único valor de transmisividad calculado en el pozo indicado es de 254 m2/día, lo cual permite atribuirle un rango medio alto de transmisividad a esta unidad.
C3	C3, D1	La unidad C3 corresponde a la zona con desarrollo de permeabilidad secundaria en las Metabasitas de Estaquilla del Basamento Metamórfico Bahía Mansa (PzTrbm). Litológicamente se constituye de rocas de bajo grado metamórfico y de protolito basáltico, principalmente esquistos verdes con una foliación bien desarrollada. La unidad se encuentra afectada por estructuras, exhibe una alta tasa de fracturamiento y presenta un buen desarrollo de la foliación, adicionalmente tiene grados de interperismo desde intermedios a altos y una alta tasa de meteorización física en sus niveles superficiales. La base de esta secuencia corresponde al mismo basamento metamórfico Bahía Mansa (C1: PzTrbm), pero sin desarrollo considerable de permeabilidad secundaria.	Dadas sus características relacionadas con el desarrollo de permeabilidad secundaria, es posible asumir que esta unidad constituye un acuífero libre en roca fisurada. Sin embargo, no existen pozos en esta unidad, dentro del área de estudio, que entreguen información de su hidráulica.
C4//A2//C2	C4, A2, C2, D1	La unidad C4 está constituida por depósitos litorales y de estuario, que corresponden a sedimentos de tamaño arena fina, limo y arcilla, únicamente en la desembocadura del río Maullín (PlHp). Esta unidad se compone de gravas, moderada a bien seleccionadas, con matriz de arenas gruesas y medias. Bajo C4 se encuentran diamictos masivos, de gravas con matriz de arcillas, limos y arenas finas, que corresponden a depósitos de origen glacial y glaciofluvial (//A2: Plm2, Plgf2, Plgl2, Plm3, Plm4, Pldi). Infrayace a los depósitos glaciales una secuencia de rocas sedimentarias indiferenciadas de origen: continental, volcánico, parálico y marino del Oligoceno y Plioceno (//C2: Msd, OlMp, OlMc, OlMspcm, Olvc, Plisvc, Plicg) . La base de esta secuencia corresponde al basamento metamórfico Bahía Mansa (D1: PzTrbm), compuesto de esquistos pelíticos a semipelíticos con menor cantidad de metareniscas, intercalaciones de esquistos máficos y escasos cuerpos ígneos.	En la unidad C4 se reconoce una alta saturación de poros con agua, la superficie es de características pantanosas, por lo que se propicia el desarrollo de vegetación y presenta una buena conexión con el cauce superficial. Se registra en esta unidad, un solo pozo de explotación de agua (P611), que es de tipo noria y tiene una profundidad de 6 m. No se tienen datos de parámetros hidráulicos en este punto debido a que no se le ha realizado una prueba de bombeo.
C5	C5, D1	La unidad C5 está compuesta por rocas estratificadas terciarias de las Formaciones Caleta Godoy y Cheuquemó (C5: Plicg, OlMc), de ambiente continental, parálico y marino, con edad Oligoceno – Plioceno. Litológicamente corresponde principalmente a conglomerados clasto a matriz soportados, areniscas, fangolitas, tobas y, en menor cantidad, mantos de carbón. Estratigráficamente sobreyacen al basamento metamórfico Bahía Mansa (C1: PzTrbm) que constituye su basamento impermeable.	Debido a que en la zona no existe información de pozos de captación, su evaluación está basada principalmente en características de superficie. Por otra parte, estas rocas se encuentran afectadas por estructuras inversas y transcurrentes, lo que permite otorgar a esta unidad de rocas fisuradas una permeabilidad baja a muy baja.

UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS DE MUY BAJO A NULO POTENCIAL EN ROCAS

Esencialmente no constituyen acuíferos

Unidad / Secuencia Hidrogeológica	Columna esquemática	Características litológicas y distribución	Características hidrogeológicas
D2	D2	La unidad D2 está conformada por intrusivos granitoides del Batolito Norpatagónico (OlMbp). Litológicamente corresponden a cuerpos de tonalitas, dioritas y granodioritas con gabros y dioritas subordinadas. Estos cuerpos forman parte del basamento de los volcanes Osorno y Calbuco.	Dado que en superficie presentan un bajo grado de fracturamiento y meteorización, se estima que su potencial para conformar acuíferos es muy bajo a nulo. No se reconocieron captaciones de agua subterránea en esta unidad. Sin embargo, pueden encontrarse vertientes de circulación rápida, derivadas de las precipitaciones locales, que se canalizan a través de las estructuras mayores que afectan a estas rocas, pero que no corresponden a un almacenamiento en la unidad propiamente tal.

S I M B O L O G Í A

- Contacto de unidad hidrogeológica
- Falla observada/inferida/cubierta
- Falla normal cubierta
- Falla inversa cubierta
- Falla de rumbo dextral observada
- Falla de rumbo sinestral observada/cubierta
- Escarpe
- A A' Traza de perfil hidrogeológico en figura anexa

HIDROGEOLOGÍA

- 50 Isopieza
- Límite de cuenca
- Dirección de flujo

HIDROGRAFÍA

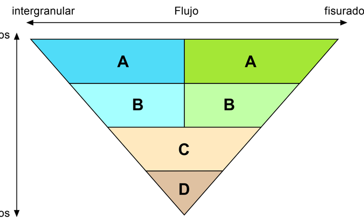
- Lago o laguna
- Río
- Curso intermitente

GEOGRAFÍA

- 5 Carretera Panamericana
- Camino pavimentado
- Camino sin pavimento
- Curva de nivel índice
- Curva de nivel secundaria
- 3672 Cota (m s.n.m.)
- Centro urbano

CLASIFICACIÓN DE UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS

(modificado de Struckmeier y Margat, 1995)

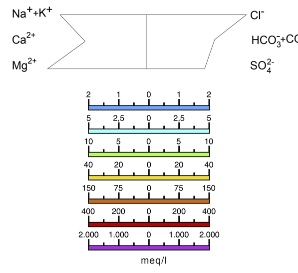


HIDROQUÍMICA

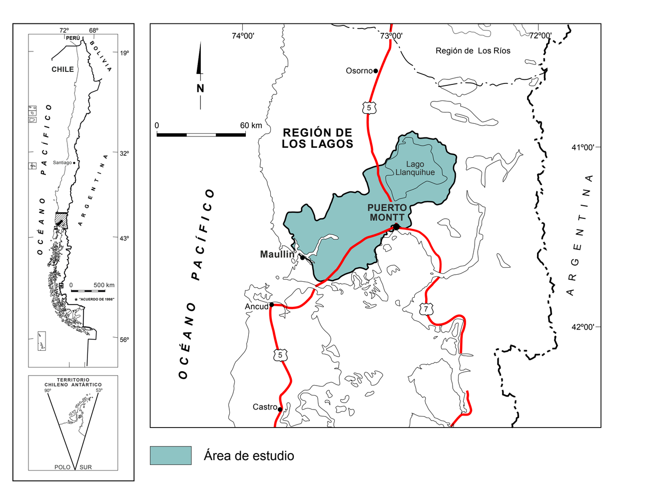
Puntos de agua

- P001 Pozo, noria o puntera, visitado en terreno con análisis químico.
- P001 Pozo, noria, visitado en terreno sin análisis químico.
- P001 Pozo surgente con muestra.
- P001 Pozo surgente sin muestra.
- P001 Pozo monitoreo.
- Punto de agua superficial con análisis químico.
- Vertiente con análisis químico.

Diagrama de Stiff

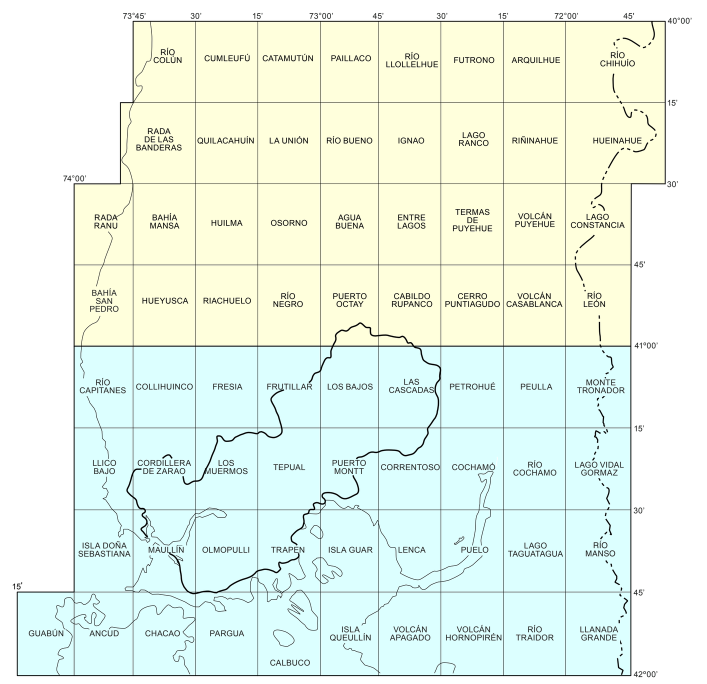


MAPA DE UBICACIÓN



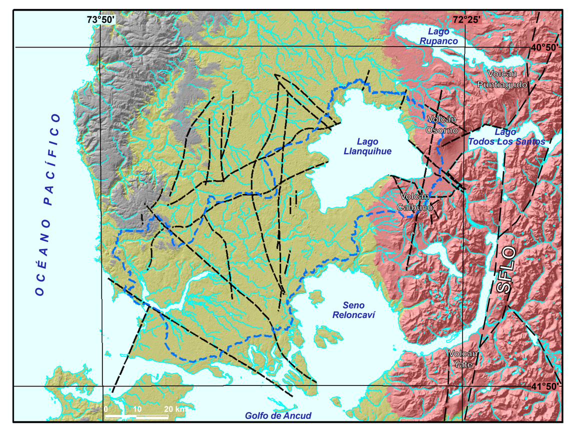
Área de estudio

CUADRO DE SITUACIÓN EN HOJAS OSORNO Y PUERTO MONTT



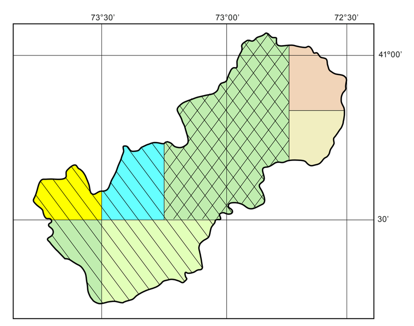
- CUENCA DEL RÍO MAULLÍN, escala 1:200.000
- Cartas Catálogo IGM, escala 1:50.000 en Hoja Osorno escala 1:250.000
- Cartas Catálogo IGM, escala 1:50.000 en Hoja Puerto Montt escala 1:250.000

ESQUEMA MORFOESTRUCTURAL



- Cordillera de la Costa
- Depresión Intermedia
- Cordillera de los Andes
- Área de estudio
- SFLO Sistema de Falla Liquiñe-Ofqui
- Fallas inferidas

TRABAJOS ANTERIORES

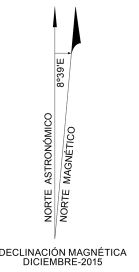


GEOLOGÍA

- Sellés y Moreno, 2011 (1:50.000)
- Antinao et al., 1998, 2000 (1:100.000)
- Moreno et al., 2010 (1:50.000)
- Duhart et al., 1998 (1:100.000)
- Clayton y Antinao, 1998, 2000 (1:100.000)
- Clayton y Antinao, 1998 (1:100.000)

HIDROGEOLOGÍA

- Antinao et al., 2000 (1:100.000)
- Troncoso et al., 2008 (1:250.000)



ESCALA 1:200.000

2.000 m 0 2 4 6 8 10 km

Equidistancia curvas de nivel: 100 m

Referencia bibliográfica
Troncoso, R., Avilés, F.; Pizarro, S., Páez, D.; Morales, D. 2015. Caracterización Hidrogeológica de la cuenca del río Maullín, Región de Los Lagos. Servicio Nacional de Geología y Minería, Informe Registrado IR-15-60, 120 p., 2 mapas escala 1:200.000, 1 perfil, 1 DVD anexos. Santiago.

Inscripción No. 260.892

© Servicio Nacional de Geología y Minería. Av. Santa María 0104, Casilla 10465, Santiago, Chile.
Director Nacional: Rodrigo Álvarez S.
Subdirector Nacional de Geología: Mario Pereira A.

Derechos reservados, prohibida su reproducción.

Edición
Este informe no ha sido editado en conformidad con los estandares y/o nomenclatura de la Subdirección Nacional de Geología, del Servicio Nacional de Geología y Minería.

Normas utilizadas
Escala Geológica del Tiempo: Gradstein, F.M.; Ogg, J.G.; Schmitz, M.D.; Ogg, G.M. (editores) 2012.

Base topográfica
Cartas escala 1:50.000, Puerto Octay, Cabildo Rupanco, Frutillar, Los Bajos, Las Cascadas, Llico Bajo, Cordillera del Zarao, Los Muermos, Tepual, Puerto Montt, Correntoso, Maullin, Olmopulli, Trapén, Chacao y Pargua del Instituto Geográfico Militar (Chile), modificadas.

Referencia geodésica
Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM), Zona 18S, SIRGAS.

Apoyo científico y técnico
Producción digital: Alejandro Ramos G., Eduardo Córdova Z., Ignacio Bascuñán A. Oficina Técnica Puerto Varas, Servicio Nacional de Geología y Minería, Chile.

Apoyo financiero
Fondos Sectoriales del Servicio Nacional de Geología y Minería.

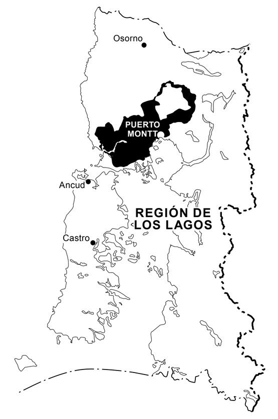
"Autorizada su circulación por Resolución N° 412 del 16.09.14 de la Dirección Nacional de Fronteras y Límites del Estado.
La edición y circulación de mapas, cartas geográficas u otros impresos y documentos que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen, en modo alguno, al Estado de Chile, de acuerdo con el Art. 2°, letra g) del DFL N° 83 de 1979 del Ministerio de Relaciones Exteriores".

CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAULLÍN

SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA

MAPA HIDROGEOLÓGICO PRELIMINAR DE LA CUENCA DEL RÍO MAULLÍN

REGIÓN DE LOS LAGOS



Escala 1:200.000

Rosa Troncoso V.
Felipe Avilés M.
Samuel Pizarro P.
Daniel Páez D.
Daniel Morales V.

INFORME REGISTRADO IR-15-60

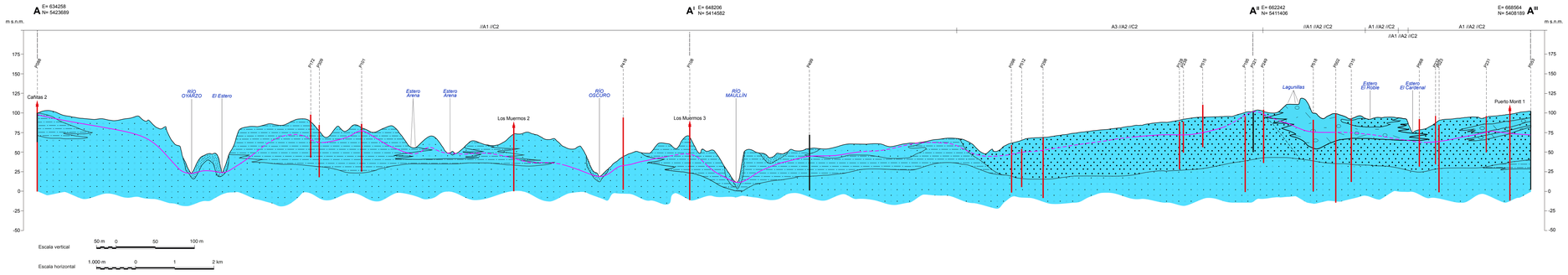
MAPA 2 de 2

SUBDIRECCIÓN NACIONAL DE GEOLOGÍA

2015

Folio0068

PERFIL HIDROGEOLÓGICO ESQUEMÁTICO



SIMBOLOGÍA

- Contacto litológico observado (Pozo ENAP)
- Contacto litológico inferido (Gravimetría)
- Nivel freático, observado / inferido
- Pozo ubicado sobre perfil (dGPS)
- Pozo proyectado en perfil
- Pozo ENAP proyectado en perfil
- Gravas y en menor proporción arenas
- Arcillas, limos y arenas finas
- Arenas y gravas arcillosas
- Gravas y arenas con arcillas subordinadas

Referencia bibliográfica
Troncoso, R., Avilés, F.; Pizarro, S., Páez, D.; Morales, D. 2015. Caracterización hidrogeológica de la cuenca del río Maullín, Región de Los Lagos. Servicio Nacional de Geología y Minería, Informe Registrado IR-15-60, 120 p., 2 mapas escala 1:200.000, 1 perfil, 1 DVD anexos. Santiago.

Inscripción No. 260.892

© Servicio Nacional de Geología y Minería. Av. Santa María 0104, Casilla 10465, Santiago, Chile.
Director Nacional: Rodrigo Álvarez S.
Subdirector Nacional de Geología: Mario Pereira A.

Derechos reservados, prohibida su reproducción.

Edición
Este informe no ha sido editado en conformidad con los estandares y/o nomenclatura de la Subdirección Nacional de Geología, del Servicio Nacional de Geología y Minería.

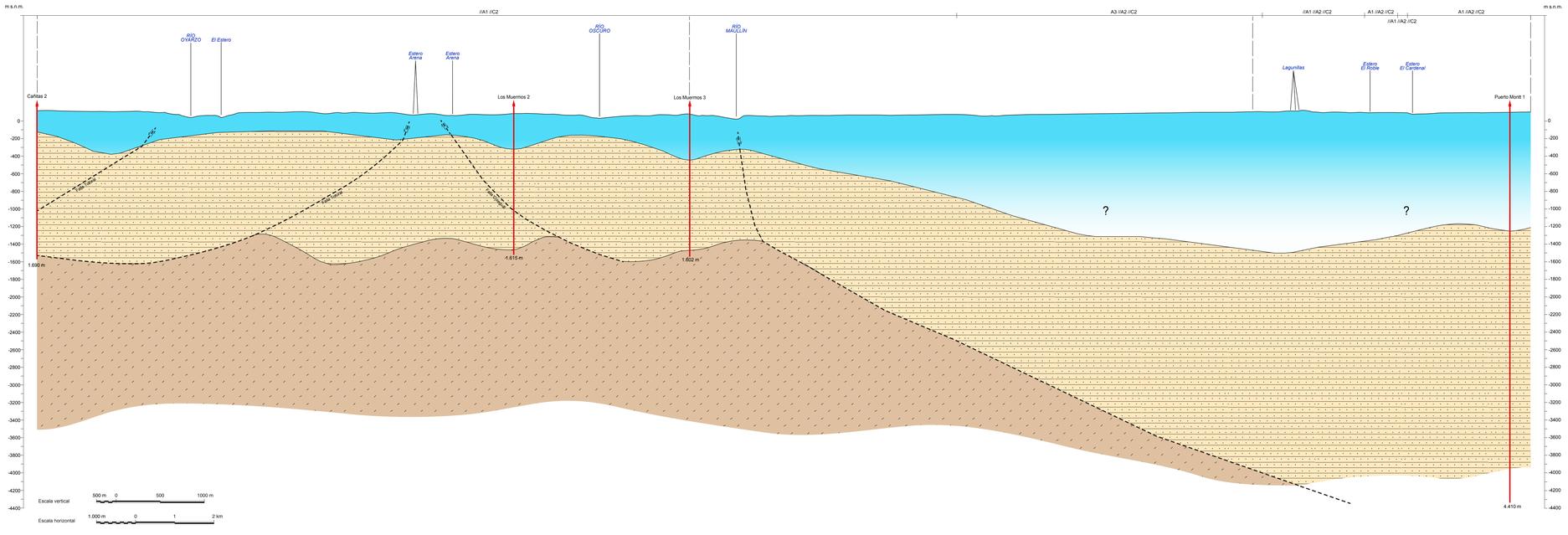
Referencia geodésica
Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM), Zona 18S, SIRGAS.

Apoyo científico y técnico
Producción digital: Alejandro Ramos G., Eduardo Córdova Z., Ignacio Bascuñán A. Oficina Técnica Puerto Varas, Servicio Nacional de Geología y Minería, Chile.

Apoyo financiero
Fondos Sectoriales del Servicio Nacional de Geología y Minería.

"Autorizada su circulación por Resolución N° 412 del 16.09.14 de la Dirección Nacional de Fronteras y Límites del Estado".

"La edición y circulación de mapas, cartas geográficas u otros impresos y documentos que se refieran o relacionen con los límites y fronteras de Chile, no comprometen, en modo alguno, al Estado de Chile, de acuerdo con el Art. 2°, letra g) del DFL N° 83 de 1979 del Ministerio de Relaciones Exteriores".

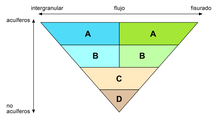


SIMBOLOGÍA

- Areniscas, limolitas y conglomerados subordinados
- Rocas metamórficas
- Sin información granulometrica
- Pozo ENAP
- Falla normal inferida por geofisica

CLASIFICACIÓN DE UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS

(modificado de Struckmeier y Margat, 1995)



CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAULLÍN

SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA

PERFIL HIDROGEOLÓGICO ESQUEMÁTICO DE LA CUENCA DEL RÍO MAULLÍN

REGIÓN DE LOS LAGOS

Rosa Troncoso V.
Felipe Avilés M.
Samuel Pizarro P.
Daniel Páez D.
Daniel Morales V.

INFORME REGISTRADO IR-15-60

PERFIL

SUBDIRECCIÓN NACIONAL DE GEOLOGÍA

2015

Folio006861

SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA

CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAULLÍN, REGIÓN DE LOS LAGOS

Rosa Troncoso V.
Felipe Avilés M.
Samuel Pizarro P.
Daniel Páez D.
Daniel Morales V.

INFORME REGISTRADO IR-15-60

SUBDIRECCIÓN NACIONAL DE GEOLOGÍA

2015

Folio006862

CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAULLÍN, REGIÓN DE LOS LAGOS

INFORME REGISTRADO IR-15-60

Inscripción No. 260.892
© Servicio Nacional de Geología y Minería, Avda. Santa María 0104, Casilla 10465, Santiago, Chile.
Director Nacional: Rodrigo Álvarez S.
Subdirector Nacional de Geología: Mario Pereira A.

Derechos reservados. Prohibida su reproducción.

Edición
Este informe no ha sido editado en conformidad con los estándares y/o nomenclatura de la Subdirección Nacional de Geología, del Servicio Nacional de Geología y Minería.

Referencia bibliográfica
Troncoso, R.; Avilés, F.; Pizarro, S., Páez, D.; Morales, D. 2015. Caracterización hidrogeológica de la cuenca del río Maullín, Región de Los Lagos. Servicio Nacional de Geología y Minería, Informe Registrado IR-15-60, 120 p., 2 mapas escala 1:200.000, 1 perfil, 1 DVD anexos. Santiago.

Folio006863

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo realizar una caracterización hidrogeológica, a escala regional, de la cuenca del río Maullín. Esta cuenca, de orientación noreste-suroeste, se localiza en el sector sur de la Región de Los Lagos y tiene una extensión aproximada de 4.300 km^2, desde la Cordillera de Los Andes, donde se emplazan los volcanes Osorno y Calbuco, hasta las planicies litorales. Aproximadamente un tercio del área de la cuenca se encuentra ocupada por el lago Llanquihue, que desagua hacia el Océano Pacífico a través del río Maullín, que forma un estuario antes de desembocar en el mar.

La geomorfología de esta región ha sido modelada por las glaciaciones que la afectaron durante el Pleistoceno, desde los macizos de la Cordillera de Los Andes hasta la totalidad del área correspondiente a la Depresión Intermedia y que dieron origen al sistema de lagos pre-andinos, del que forma parte el lago Llanquihue. Estos eventos glaciales, además de modelar el paisaje, tuvieron como consecuencia la formación de extensos depósitos sedimentarios, principalmente de origen glaciofluvial y morrénico. Dentro del área de estudio se distinguen depósitos glaciales correspondientes a cuatro eventos que han sido previamente denominados como Glaciación Llanquihue, Glaciación Santa María, Glaciación Río LLico y Glaciación Tegualda. Contemporáneamente con estas glaciaciones y hasta el presente, se desarrolló la actividad de los volcanes Osorno y Calbuco, cuyos depósitos y rocas asociadas se concentran en el sector suroriental de la cuenca.

Sin embargo, la actividad glacial y volcánica en esta región se desarrolló sobre una geomorfología preexistente, determinada por la formación de la Cuenca Osorno- Llanquihue (COL), cuenca sedimentaria estructural que estuvo activa desde el Oligoceno hasta el Plioceno y en la que se distinguen dos depocentros, Los Muermos y Puerto Montt, que han sido reconocidos por métodos geofísicos y sondajes realizados por ENAP en los años 80's. El desarrollo de esta cuenca tuvo como consecuencia la formación de una potente secuencia de rocas sedimentarias de ambiente continental, volcánico, parálico y marino. Esta cuenca tuvo como basamento las rocas metamórficas del Paleozoico-Triásico (?), que se agrupan en el Complejo Metamórfico Bahía Mansa y que corresponden a esquistos pelíticos a semipelíticos, con menor proporción de metareniscas e intercalaciones de esquistos máficos. Este basamento, se encuentra en contacto estructural, hacia el este, con rocas graníticas del Batolito Norpatagónico, de edad Oligoceno Superior-Mioceno Medio.

Los depósitos no consolidados y rocas que derivaron de estos eventos geológicos albergan, dependiendo de su permeabilidad, el agua subterránea que es explotada mediante pozos y norias para su uso como agua potable, industrial y agrícola. Sobre la base de este conocimiento geológico, estratigrafía de pozos y parámetros hidráulicos calculados, se identifican 12 unidades hidrogeológicas que conforman 9 secuencias. Las unidades y secuencias hidrogeológicas se clasifican en cuatro clases de potencial: alto, moderado, bajo y muy bajo a nulo. Las unidades de alto potencial hidrogeológico se asocian a depósitos sedimentarios no consolidados del Pleistoceno-Holoceno, principalmente de origen glaciofluvial, depositados en un ambiente de 'outwash' secundario de la Glaciación Llanquihue (A1 y //A1); a depósitos glaciofluviales de las glaciaciones Santa María, Río Llico y Tegualda (//A2); y a depósitos glaciofluviales que constituyeron el 'outwash' principal durante la Glaciación Llanquihue (A3 y /A3). Las unidades de moderado potencial se asocian a depósitos piroclásticos, laháricos y de remoción en masa generados durante el Plesitoceno y Holoceno en el sector oriental de la cuenca (//B1); y a depósitos fluviales de bajo espesor y extensión reducida formados en el Pleistoceno Superior-Holoceno (B2). Las unidades de bajo potencial se asocian a lavas andesíticas y depósitos piroclásticos y laháricos del Pleistoceno-Holoceno (C1, //C1); a rocas sedimentarias estratificadas indiferenciadas de origen continental, volcánico, parálico y marino del Oligoceno-Plioceno (//C2); a rocas metamórficas con foliación bien desarrollada, fracturadas, intemperizadas y meteorizadas del Paleozoico-Triásico (C3); a depósitos de ambientes litorales y de estuario, ubicados en la desembocadura del río Maullín, del Holoceno (C4); y a rocas sedimentarias estratificadas de ambiente continental parálico y marino del Oligoceno-Plioceno (C5). Las unidades de muy bajo a nulo potencial hidrogeológico se asocian a las rocas metamórficas del Paleozoico-Triásico, que constituyen el basamento impermeable y que no afloran dentro de la cuenca (D1); y a rocas intrusivas granitoides de edad Oligoceno Superior-Mioceno Medio que se encuentran en superficie y subsuperficie, en el sector oriental de la cuenca (D2). Estas unidades hidogeológicas forman las secuencias A1//A2//C2, //A1//A2//C2, A1/C1, //A2//C2, A3//A2//C2, /A3//A2//A2, //B1/C1, B2/C5/C3 y C4//A2//C2. Las unidades hidrogeológicas de mayor potencial albergan acuíferos libres, confinados y cubiertos, con transmisividades que pueden alcanzar hasta 9.300 m^2/día en la secuencia /A3//A2//C2.

La composición química de la gran mayoría de las aguas superficiales y subterráneas de la cuenca del río Maullín, tienen composición bicarbonatada mixta (calcio, magnesio y sodio), con menor proporción bicarbonatada cálcica, clorurada sódica, bicarbonatada magnésica, clorurada mixta y sulfatada mixta. Las aguas cloruradas sódicas se asocian al estuario del río Maullín, mientas que las aguas sulfatadas mixtas se relacionan con la influencia de la erupción del volcán Calbuco, ocurrida el 22 de abril de 2015, durante el desarrollo de este estudio.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1 INTRODUCCIÓN 6

1.1 ANTECEDENTES GENERALES 6

1.2 OBJETIVOS 7

1.3 LIMITACIONES 8

1.4 TRABAJOS ANTERIORES Y FUENTES DE INFORMACIÓN 8

1.5 METODOLOGÍA 9

2 MARCO GEOMORFOLÓGICO Y CLIMATOLOGÍA 12

2.1 UNIDADES MORFOLÓGICAS LOCALES 13

2.2 CLIMA 16

2.3 HIDROGRAFÍA 22

3 MARCO GEOLÓGICO REGIONAL 26

3.1 DOMINIOS MORFOESTRUCTURALES DE LA REGIÓN DE LOS LAGOS 27

4 GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO 31

4.1 HOLOCENO 31

4.2 PLEISTOCENO MEDIO – HOLOCENO 32

4.3 PLEISTOCENO 36

4.4 PLIOCENO. 43

4.5 OLIGOCENO SUPERIOR – MIOCENO SUPERIOR 44

4.6 PALEOZOICO (O MÁS ANTIGUO) – TRIÁSICO 51

5 GEOFÍSICA 53

5.1 ESTUDIOS GEOFÍSICOS 53

6 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL 59

6.1 GEOMETRÍA ESTRUCTURAL. 60

6.2 DOMINIO ESTRUCTURAL 63

7 HIDROGEOLOGÍA 66

7.1 CATASTRO DE PUNTOS DE AGUA 66
7.2 NIVELES PIEZOMÉTRICOS 68
7.3 PARÁMETROS HIDRÚALICOS 68
7.4 UNIDADES Y SECUENCIAS HIDROGEOLÓGICAS 70
7.5 SUPERFICIE PIEZOMÉTRICA 87
7.6 HIDROQUÍMICA 88
8 MODELO CONCEPTUAL HIDROGEOLÓGICO 111
9 CONCLUSIONES 113
10 AGRADECIMIENTOS 114
11 REFERENCIAS 115

Folio006866

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Área de Estudio 7

Figura 1.2: Esquema de representación de unidades hidrogeológicas 11

Figura 2.1: Mapa geomorfológico esquemático..... 12

Figura 2.2: Línea de tiempo pluviométrica para la cuenca del rio Maullín. 20

Figura 2.3: Gráfico de precipitación anual promedio para la cuenca del río Maullín..... 20

Figura 2.4: Gráfico de precipitación acumulada mensual para la Cuenca 21

Figura 2.5: Gráfico de precipitación anual promedio por estación meteorológica..... 21

Figura 2.6: Hidrografía de la cuenca del río Maullín 22

Figura 2.7: Isolineas de altura con respecto al nivel del mar del lago Llanquihue 24

Figura 2.8. Gráfico de caudales acumulados mensuales del río Maullín..... 25

Figura 3.1: Imagen que muestra el desarrollo tectónico al sur de Sudamérica..... 27

Figura 3.2: Dominios Morfoestructurales de la Región de Los Lagos..... 28

Figura 4.1: Secuencia estratigráfica de la Subcuenca Puerto Montt – Reloncaví 45

Figura 4.2: Secuencia estratigráfica de la Cuenca de Chiloé 50

Figura 5.1: Gravimetría de la provincia de Llanquihue este. Fuente: ENAP, 1984. 54

Figura 5.2: Ubicación de Perfiles sísmicos en COL..... 57

Figura 5.3: Modelo de capas (Morales, 2014)..... 58

Figura 6.1: Mapa de ubicación de las cuencas terciarias marinas..... 60

Figura 6.2: Interpretación Geológica del perfil sísmico D10 61

Figura 6.3: Perfil esquemático de la Cuenca Osorno – Llanquihue. 62

Figura 6.4: Mapa de Estructuras Geológicas Cuenca del Río Maullín. 65

Figura 7.1: Gráfico de variaciones de Precipitación y pozo SNGM-RMA-P674 68

Figura 7.2:Distribución de las muestras de agua superficial y vertientes..... 89

Figura 7.3: Distribución de las muestras de pozos, norias y puntera..... 90

Figura 7.4: Histograma de frecuencia de los valores de electro neutralidad..... 92

Figura 7.5: Histograma de frecuencia de los valores de conductividad eléctrica. 93

Figura 7.6: Diagrama Piper para muestras de aguas superficial y vertientes. 96

Figura 7.7: Diagrama Piper para muestras de agua de pozos secuencia A1//A2. 98

Figura 7.8: Diagrama Piper para muestras de agua de pozos secuencia //A1//A2. 100

Figura 7.9: Diagrama Piper, muestras de agua de pozos (A1//C1 y //B1/C1, C1 y //C1). ... 101

Figura 7.10: Diagrama Piper para muestras de agua de pozos de //A2. 103

Figura 7.11: Diagrama Piper para muestras de agua de pozos de A3//A2 y /A3//A2..... 104

Figura 8.1: Esquema de modelo hidrogeológico conceptual de la cuenca del río Maullín .. 112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Estaciones Meteorológicas presentes en el área de estudio y sus cercanías..... 19

Tabla 5.1. Estudio Geofísicos recopilados 53

MAPAS Y PERFILES

MAPA 1. MAPA HIDROGEOLÓGICO PRELIMINAR DE LA CUENCA DEL RÍO MAULLÍN

MAPA 2. COMPILACIÓN GEOLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAULLÍN

PERFIL HIDROGEOLÓGICO ESQUEMÁTICO

ANEXOS EN DVD

A. REGISTRO DE PRECIPITACIONES Y DE CAUDALES SUPERFICIALES

B. ESTRATIGRAFÍA DE POZOS DE ENAP

C. CATASTRO DE PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA

D. CATASTRO DE PUNTOS DE AGUA SUPERFICIAL Y VERTIENTES

E. MEDICIONES DE NIVELES DE AGUA SUBTERRÁNEA

F. PARÁMETROS HIDRÁULICOS

G. ESTRATIGRAFÍA DE POZOS DE AGUA

H. QUÍMICA DE AGUA SUBTERRÁNEA Y SUPERFICIAL

I. VALORES DE PARÁMETROS QUE EXCEDEN LA S NORMAS CHILENA S N°409/1 DE AGUA POTABLE Y N° 1333 DE RIEGO

1 INTRODUCCIÓN

El presente estudio consiste en una caracterización hidrogeológica de escala regional de la cuenca del río Maullín. Constituye una extensión y aumento de detalle del Levantamiento Hidrogeológico y Potencial de Agua Subterránea de la Depresión Central de las Regiones de Los Ríos y Los Lagos (Troncoso, *et al.*, 2008). Dicho estudio fue financiado parcialmente por el Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) del Gobierno Regional de Los Lagos, el cual tuvo por finalidad la identificación del potencial de aprovechamiento del recurso hídrico subterráneo de la Depresión Intermedia y presentó, entre sus productos finales, una cartografía escala 1:250.000 en cuatro Hojas, una de las cuales abarcó parte importante del área de estudio de este trabajo.

Este documento corresponde a un informe de avance que da cuenta de la recopilación de datos, interpretación y conclusiones que se han realizado hasta la fecha.

1.1 ANTECEDENTES GENERALES

La cuenca del río Maullín se encuentra en el sector sur de la Región de Los Lagos (Figura 1.1) y tiene una extensión de aproximadamente 4.300 km^2. Abarca desde la Cordillera de Los Andes hasta las planicies litorales e incluye el Lago Llanquihue.

El área de estudio incluye parte de las comunas de Puerto Octay, Puerto Varas, Puerto Montt, Frutillar, Llanquihue, Los Muermos y Maullín. El mayor centro poblado del área es la ciudad de Puerto Montt (abarcando gran parte de la zona urbana de ésta), capital de la Provincia de Llanquihue y de la Región de Los Lagos. Otros centros poblados importantes, son las ciudades de Puerto Varas, Frutillar, Llanquihue, Puerto Octay, Los Muermos y Maullín.

Sectores importantes de la económica del área de estudio son el comercio, silvoagropecuario y pesca (Ministerio de Economía, 2015; GORE Los Lagos, 2015). Particularmente se destacan el rubro lácteo, mataderos, frigoríficos, cultivo de cereales y remolacha, explotación de madera autóctona, el turismo y la captura de bivalvos (GORE Los Lagos, 2015).

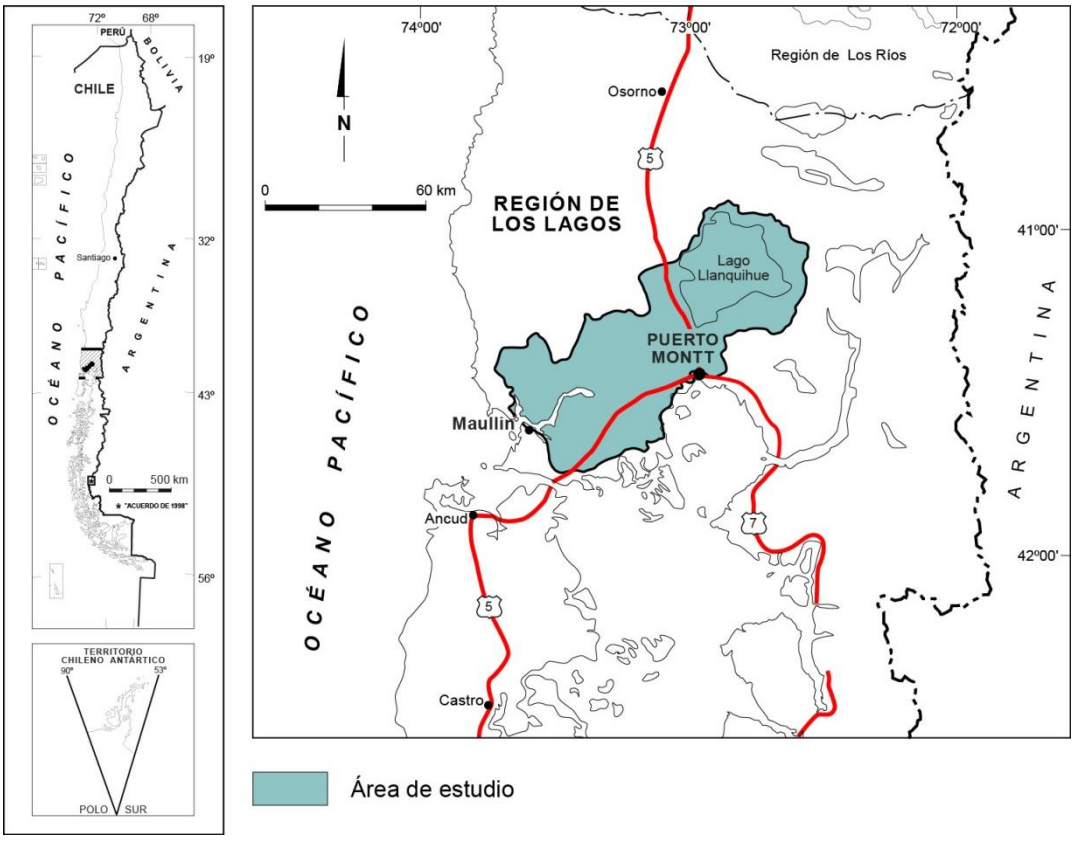


Figura 1.1: Área de estudio.

1.2 OBJETIVOS

El objetivo central del estudio es generar un conocimiento integrado de los recursos de aguas subterráneas de la cuenca del río Maullín, con el propósito de ser difundidos a autoridades gubernamentales, encargados de planificación territorial y usuarios en general, permitiendo así un manejo sustentable y sostenible de los recursos de agua disponibles.

El conocimiento integrado de los recursos de aguas subterráneas, permitirá por una parte evaluar el potencial de aprovechamiento de aguas subterráneas y, junto con ello, entregar a las autoridades, entidades de planificación y servicios de gestión ambiental, antecedentes y propiedades del subsuelo que permitan un desarrollo en el que se minimice el riesgo de contaminación de acuíferos, por el uso del suelo.

1.2.1 Objetivos Específicos

- Definir las unidades hidrogeológicas presentes en el área de estudio.
- Generar bases de datos hidrogeológicos, con información técnica de captaciones de agua subterránea que sirvan de apoyo al conocimiento, exploración y gestión del recurso hídrico subterráneo en la cuenca.
- Elaborar el mapa hidrogeológico a escala 1 : 200.000 de la cuenca del río Maullín, en el que se ilustre la distribución y características de las unidades hidrogeológicas existentes.

1.3 LIMITACIONES

La principal limitación en el desarrollo de este estudio es la calidad de la información técnica de las captaciones, la cual se utiliza como una de las fuentes para la obtención de datos en una investigación hidrogeológica. La información estratigráfica e hidráulica de las captaciones de pozos es registrada por las empresas perforadoras. En el registro de la información, no existe fiscalización ni certificación de la calidad o veracidad de los datos. En el ámbito geológico, la descripción estratigráfica, en la gran mayoría de los casos se realiza por personal con escasa calificación técnica en la materia y sin protocolos o procedimientos estandarizados que permitan comparar información de distintas captaciones. Esta situación puede conllevar a errores u omisiones que repercuten en la obtención de parámetros y conclusiones erradas. Para reducir el error en la interpretación, se desarrolló un trabajo de campo exhaustivo en el que se recopiló toda información que permitiera verificar lo aseverado en los informes de construcción de pozo, referente a geología superficial, secuencias estratigráficas expuestas, características de la captación y niveles.

1.4 TRABAJOS ANTERIORES Y FUENTES DE INFORMACIÓN

La zona de estudio se encuentra cubierta por cartografía geológica, dos tercios corresponden a publicaciones de SERNAGEOMIN y el tercio restante, a una preliminar de la misma fuente. La cartografía geológica publicada por SERNAGEOMIN concierne a: Serie Carta Geológica de Chile, a escala 1:100.000, N°16, Hoja Parga – Calbuco (Clayton y Antinao, 2000) y N°17, Hoja Ancud – Maullín (Antinao *et al.*, 2000); Boletín N°55 de Geología para el ordenamiento territorial: Estudio geoambiental del área Puerto Montt –

Frutillar, X Región de Los Lagos, a escala 1:100.000 (Antinao, *et al.*, 2000), cubriendo la zona de mayor densidad de población (Puerto Montt – Puerto Varas – Llanquihue); Carta Geológica de Chile, serie Geología Básica, N°130, Geología del Volcán Calbuco (Sellés y Moreno, 2011); y N° 126 Geología del Volcán Osorno (Moreno *et al.*, 2010), ambas de escala 1:50.000 y cubriendo la zona volcánica. En relación a la cartografía de geología preliminar, esta pertenece a los mapas generados por el estudio geológico – económico de la X Región Norte, escala 1:100.000 (SERNAGEOMIN, 1998), compuesto por: Geología Preliminar Área Cordillera de Zarao – Rio Llico (Duhart *et al.*) y Geología Preliminar Área de Fresia – Frutillar (Clayton y Antinao, *in* SERNAGEOMIN, 1998). Cubriendo la parte norte del río Maullín.

La información para la definición de unidades geológicas en profundidad, fue adquirida de informes técnicos de ENAP. La definición de contactos entre depósitos no consolidados, rocas estratificadas terciarias y basamento metamórfico fue interpretado utilizando un estudio gravimétrico de las cuencas terciarias de la región realizado por ENAP en los años 80's y mejorado con estudios geofísicos de SERNAGEOMIN (Morales, 2014), los cuales fueron reinterpretados en el presente estudio.

Los estudios hidrogeológicos previos que incluyen el área (o parte de ésta) del presente estudios son: Levantamiento hidrogeológico y potencial de agua subterránea de la Depresion Central de las regiones de Los Ríos y Los Lagos (Troncoso *et al.*, 2008) y el Boletín N°55 de Geología para el ordenamiento territorial: Estudio geoambiental del área Puerto Montt – Frutillar, X Región de Los Lagos (Antinao, *et al.*, 2000), que incluye un apartado de recursos hídricos de esta área.

1.5 METODOLOGÍA

Para el cumplimiento de los objetivos planteados, el trabajo fue estructurado en tres etapas: 1) Análisis de antecedentes y recopilación de datos en terreno; 2) Tratamiento de la Información; y 3) Elaboración del modelo conceptual y representación cartográfica.

1.5.1 Etapa 1: Análisis de antecedentes y recopilación de datos

Esta etapa consta de dos partes: el análisis de antecedentes y la recopilación de datos en terreno. Dentro del análisis de antecedentes, se desarrolló la revisión de informes, estudios, datos, derechos de aprovechamiento, antecedentes geológicos, hidrogeológicos,

hidrológicos y de prospecciones geofísicas, revisión que permitió obtener una base de información existente hasta la fecha de las distintas materias que tienen relación con la hidrogeología del área de estudio. En la recopilación de datos de terreno se incluyen todas las actividades de campo realizadas, en las que se efectuó: la toma revisión de la geología de superficie, toma de información de puntos de captación de agua subterránea, toma de muestras de aguas para análisis químicos e isotópicos, medición de parámetros físico-químicos de agua y medición de la ubicación específica de puntos con sistema GPS diferencial. La información recopilada fue analizada y sistematizada en bases de datos y sistemas de información geográfica.

1.5.2 Etapa 2: Tratamiento de la Información

Dentro de la etapa 2 se trabajó con toda la información obtenida en las labores que componen la Etapa 1, así como los resultados de los análisis geofísicos y químicos y las pruebas de bombeo para la obtención de la transmisividad.

En el tratamiento de la geofísica, se realizó una reinterpretación del estudio realizado por Morales (2014), incorporando la gravedad absoluta, proporcionada por IGM y las descripciones de columnas de pozos de ENAP que no habían sido consideradas en dicho trabajo.

En el tratamiento de la hidroquímica, se emplearon los resultados de análisis de 226 muestras de aguas superficiales y subterráneas recopiladas en el marco de este estudio. Todos los análisis fueron realizados en el laboratorio de SERNAGEOMIN y permitió obtener parámetros físico químicos (conductividad eléctrica, pH), concentración de constituyentes mayores (Ca, Mg, Na, K, HCO_3, Cl, SO_4 y NO_3) y trazas (Al, Sb, As, Ba, Be, B, Cd, Co, Cu, Cr, Sn, P, Fe, Mn, Mo, Ni, Ag, Pb, Se, V y Zn). Los datos de los análisis químicos se procesaron por medio de gráficos (diagramas de Piper y Stiff) para su caracterización e identificación de facies, mientras que para la evaluación de calidad se compararon los resultados con las tablas normativas nacionales de las normas NCh.409/1 (INN, 2005) y NCh.1333 (INN, 1987).

El cálculo de transmisividad se realizó mediante los registros de pruebas de bombeo obtenidos de la base de datos de pozos con derechos de agua subterránea de la Dirección General de Aguas (DGA). En el cálculo se emplearon diferentes métodos, por ajuste de curva en el régimen transitorio de bombeo, o bien, en etapa de recuperación.

La elaboración de isopiezas o equipotenciales, se realizó sobre la base de la medición de niveles estáticos en los pozos del catastro, junto con la ubicación de vertientes. El trazado se realizó de manera manual, empleando como herramienta métodos de cálculo como la triangulación. En este trazado se consideró también, la geología, la superficie topográfica y la escorrentía superficial.

1.5.3 Etapa 3: Elaboración del modelo conceptual y representación cartográfica

En esta etapa analizó en conjunto los diferentes aspectos desarrollados en las etapas anteriores, para llegar a la conceptualización del comportamiento de la hidrología subterránea en el área.

Utilizando la geología de base y los parámetros hidráulicos, se procedió a definir grupos litológicos que por su petrografía, textura y estructura poseen propiedades hidrogeológicas uniformes, que los caracterizan y diferencian entre sí. Cada uno de estos grupos constituye una nueva unidad mapeable denominada Unidad Hidrogeológica (UH). Para la representación cartográfica de estas unidades se empleó el triángulo de clasificación modificado de Struckmeier y Margat (1995, Figura 1.2)

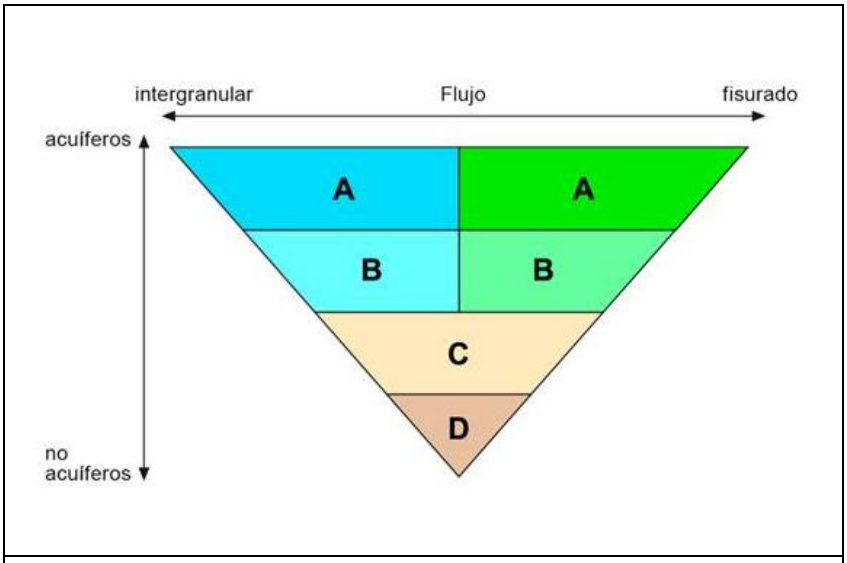


Figura 1.2: Esquema de representación de unidades hidrogeológicas.

2 MARCO GEOMORFOLÓGICO Y CLIMATOLOGÍA

Börgel (1983) denomina geomorfológicamente a la Región de Los Lagos como “Región periglaciar y lacustre de volcanismo activo”, la que se encuentra limitada al norte por el río Bío – Bío, al este por la frontera Chileno – Argentina, al oeste por el Océano Pacífico y al sur por el canal de Chacao. En la zona de estudio las unidades geomorfológicas observables son de oeste a este: Planicie Litoral de sedimentación marina y fluvio – marina, Cordillera de la Costa, Llano Central con morrenas de ablación y conos de solifluxión periglaciar, Pre-cordillera sedimentaria en paños aislados, lacustre de barrera morrénica y Cordillera Volcánica con actividad ígnea positiva (Figura 2.1).

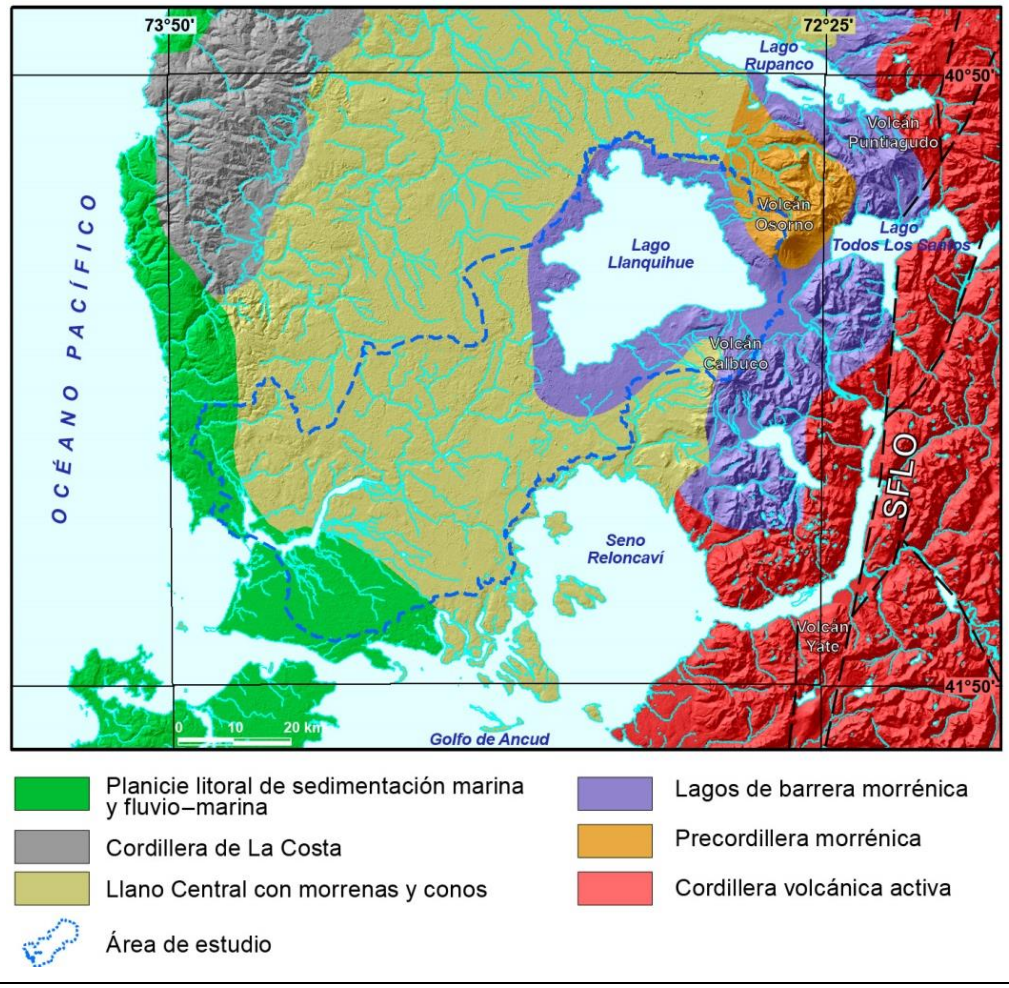


Figura 2.1: Mapa geomorfológico esquemático. Modificado de Geomorfología Börgel (1983).

2.1 UNIDADES MORFOLÓGICAS LOCALES

2.1.1 Planicie litoral de sedimentación marina y fluvio – marina.

Esta unidad morfológica se extiende, en la zona de estudio, desde el río Llico hasta Carelmapu, sector que ha sido denominado por Börgel (1983) como el tercer segmento de esta unidad morfológica. Se estima que su longitud es del orden de los 60 km y se extiende hacia el continente sin un límite preciso, esto debido a que se observa que sus alturas tienen continuidad con el Llano Central en el área de Puerto Montt.

Debido a que existe un reorganizacion de la planicie litoral al sur del río Llico, se ha generado un desconcierto en cuanto a su génesis y se ha atribuido a esta unidad morfológica costera un origen marino, fluviomarino o de otra índole. Sin embargo, Börgel (1983) postula que probablemente tiene un origen glacial.

Este segmento costero se caracteriza tener como principal accidente geográfico la ria o estuario en la desembocadura del rio Maullín, donde se produce el ingreso del flujo de mareas hacia el interior, lo que produce una mezcla de aguas dulces y saladas. Börgel (1983) recalca, que esta última morfología, puede indicar una etapa primaria del proceso de fracturación continental que ocurre hacia el sur.

2.1.2 Cordillera de La Costa.

Se caracteriza por ser un cordón montañoso más bajo que la Cordillera Principal, formado por serranías y mesetas a lo largo de la costa del Pacífico y estructurado fundamentalmente por rocas metamórficas paleozoicas (Duhart, 1999). En el área de estudio, al sur del río Llico, esta unidad morfológica es denominada como la Cordillera de Zarao.

Börgel (1983), describe esta zona como un cordón costero, el cual se extiende como una orografía muy desplazada, como verdaderos paños o jirones de relieve segmentados por los ríos costeros.

Duhart (1999) la señala como una morfología positiva que no sobrepasa los 500 m de altitud, muy diferente a lo observado hacia norte. Su elevación comienza a disminuir gradualmente desde el río Bueno hacia el sur, hasta desaparecer completamente en la desembocadura del río Maullín y reaparecer en el margen occidental de la Isla de Chiloé, en la península de Lacui, donde sobrepasa los 300 m s.n.m. En esta zona la Cordillera de la

Costa se encuentra atravesada por importantes ríos como, el Calle – Calle, en la zona de Valdivia, y el río Maullín, en el área de estudio, desagüe del Lago Llanquihue, cuyos cauces son alimentados por diferentes afluentes en la Depresión Intermedia. Algunos ríos, como el Lingue, Lesquehue, Contaco, Hueyehueye y Llico, generan profundas disecciones de esta cordillera, lo que da origen a valles con desniveles que alcanzan los 500 m y que cruzan de este a oeste toda la Cordillera de la Costa.

2.1.3 Llano Central con morrenas y conos.

En la zona esta unidad morfogeométrica adopta características totalmente diferentes de las observadas en Chile central, con una topografía fuertemente ondulada y ríos que profundizan enérgicamente. Esta morfología se comienza a observar desde el río Bío-Bío hacia el sur, hasta la zona de Calbuco, junto a el seno de Reloncaví, extendiéndose por cerca de 470 km, con un ancho máximo de 85 km (Börgel, 1983). Se ubica entre la Cordillera de los Andes por el este, y la Cordillera de la Costa, al occidente.

Börgel (1983), debido al vigoroso relieve que encadena la Cordillera de los Andes y de la Costa, entre las localidades de Gorbea y Paillaco, separa a la unidad en dos segmentos: uno comprendido entre el río Bío – Bío, por el norte, y la localidad de Gorbea, por el sur, con 170 km de extensión; y el segundo, presente en el área de estudio, entre el río Toltén, al norte, y Calbuco, por el sur, con 190 km de longitud. Esta sección acusa una clara morfogénesis glacial, con estados interglaciares de deshielo e influencia periglaciar (Börgel, 1983). Incluye en su morfología lomajes suaves y planicies cortadas por los valles producidos por los principales cauces de agua (Duhart, 1999). En su extremo norte alcanza altitudes de 200 m s.n.m., que descienden gradualmente hacia el sur. En su extremo oriental se localizan los principales lagos de origen glacial.

2.1.4 Lagos de barrera morrénica.

Esta zona morfológica se extiende desde los lagos Colico y Caburga por el norte hasta el Lago Llanquihue y Chapo por el sur. Se caracteriza por ser un lineamiento de dirección N – S, formado por un conjunto de depresiones unidas con otras pequeñas cuencas, a través de ríos emisarios, llegando a ubicarse hasta el interior de la Cordillera de Los Andes (Börgel, 1983). Los principales lagos ubicados en esta unidad son: Rupanco, Ranco y Llanquihue, dispuesto en el zona de estudio.

Börgel (1983) separa a los lagos de barrera morrenica en dos grupos; uno septentrional, llamado 'lagos de Precordillera' y otro meridional, denominado 'lagos del Llano Central', siendo este último grupo el presente en la zona de estudio y representado por el Lago Llanquihue.

Los rasgos morfológicos indican una génesis glacial, evidenciada por barreras de origen morrénico, que se observan en los bordes occidentales de los lagos. En efecto, en el lago Llanquihue la barrera morrénica tiene un nivel de 100 m, que está marcado por la altura de los depósitos glaciares de la Glaciación Llanquihue. Desde las morrenas descienden planos inclinados, hacia el Llano Central, fuertemente sometidos a la erosión fluvial de esteros, arroyos y ríos. Estos planos, conformados por material de origen glacial, fueron lavados y los materiales transportados por agua de fusión desde la morrena, y conformaron los depósitos glaciofluviales, que se desarrollaron cuando el glaciar comenzaba su retiro.

Estos lagos se caracterizan por encadenamientos a ríos receptores y emisarios (Börgel, 1983). Los ríos receptores, que corresponden a los tributarios de los lagos, transportan abundante carga de sedimentos y presentan un nivel de base local, asociado al lago donde desembocan. A diferencia de los ríos emisarios, que son los desaguaderos de los lagos hacia el Océano Pacífico, que presentan aguas claras, sin mucha carga de sedimentos y con un nivel de base absoluto. Es así como el río Pescado es receptor del lago Llanquihue y su emisario el río Maullín.

El origen de las cuencas de estos lagos se debe a la erosión glacial, pero estuvo influenciado por la tectónica extensional que dio origen a las cuencas que se desarrollaron en la región durante el Terciario.

2.1.5 Precordillera morrénica.

Terreno glacio – volcánico, enclavado en pleno Llano Central, en específico en la zona sureste, con su borde oriental en contacto directo con la Cordillera Volcánica activa.

Por sus dominancia depositacional, como por el ambiente donde se ubican, su morfología alterna desde conos de gran envergadura y potencia, en la zona norte, a suaves lomajes discontinuos, en la zona sur, los que se encuentran erosionados debido a las condiciones climáticas más húmedas en los lagos sureños, que generan una intenso desgaste fluvial de la morfología, con quebradas y arroyos (Börgel, 1983).

En el área de estudio, Börgel (1983) la ubica en borde nororiente del lago Llanquihue, en la zona cercana a la localidad de Las Cascadas, limitando con la ladera del volcán Osorno.

2.1.6 Cordillera Volcánica activa.

La Cordillera Volcánica activa, se extiende desde el volcán Llaima, por el norte, hasta el volcán Hornopirén, por el sur, con un eje estimado de 360 km de longitud (Börgel, 1983).

Hacia el sur del Volcán Llaima, la morfología dominante de esta unidad corresponde a conos volcánicos aislados, levantados sobre el borde oriental de los lagos sureños. Este arco volcánico se expone en el frente más occidental de la Cordillera Principal y, hacia el oriente, producto de la acción erosiva de los ríos y el antiguo excavamiento glacial, ha sido reducido a una serie de aplanamientos de cota no menor a 1.500 m, muy diferentes morfológicamente de lo observado al norte del Volcán Llaima, donde presenta características de un escalonamiento positivo (Börgel, 1983).

En esta unidad están presentas las sierras y cordilleras transversales, las cuales se empinan entre los 1.000 a 1.500 m, altimetría que define la orografía andina de esta región, como un relieve fuertemente rebajado por la erosión de glaciares y ríos; cerros, con altimetrías sobre los 2.000 m y volcanes activos por sobre los 2.000 m s.n.m. (Börgel, 1983), como los volcanes Calbuco y Osorno, presentes en la zona de estudio.

2.2 CLIMA

Dentro del análisis climatológico se incluye la caracterización de los tipos de clima existentes en el área de estudio y se analizan los registros de precipitaciones obtenidos de estaciones meteorológicas instaladas en la cuenca por diversas instituciones.

2.2.1 Caracterización del clima

Las condiciones térmicas e hídricas en el área de estudio se encuentran reguladas por tres factores principales: 1) La influencia oceánica, que penetra desde el litoral hacia el interior; 2) La continentalidad, dominante hacia el interior de la zona de la Depresión Central; y 3) El efecto de los grandes cuerpos de agua existentes.

Tanto las llanuras como las laderas de la Cordillera de la Costa que enfrentan al océano tienen condiciones térmicas moderadas y pluviosidad alta, las cuales aumentan en función

de la altitud y latitud. Mientras que en la zona de la depresión intermedia y los valles, con relieve ondulado, se encuentran al abrigo de la brisa marina, lo que provoca variaciones térmicas más amplias que en el litoral y un aumento del periodo de heladas.

Las laderas precordilleranas y los relieves próximos a los lagos preandinos tienen oscilaciones térmicas menores, con respecto a la Depresión Intermedia. Mientras que el periodo con heladas se acorta, la humedad y las precipitaciones aumentan respecto a esta última.

Finalmente en los relieves precordilleranos y cordilleranos, la oscilación térmica disminuye, al igual que las temperaturas y el periodo libre de heladas. Las precipitaciones en cambio aumentan, debido a la ascensión obligada de masas de aires provenientes de la Depresión Intermedia

Según el sistema climático de Köppen (1948), desarrollado por Fuenzalida (1971), en la cuenca del río Maullín se presentan básicamente 4 tipos de clima. Estos son:

a) Clima de costa occidental con influencia mediterránea

Abarca desde Puerto Varas hacia el norte. Su principal característica, a diferencia del clima mediterráneo, es la ausencia de una estación seca, aunque es posible apreciar una disminución significativa de las precipitaciones durante el verano. Las precipitaciones varían de 1.800 a 2.500 mm/año y las temperaturas medias anuales oscilan entre 9° - 12°C. Durante el verano los promedios de temperatura son superiores en la Depresión Intermedia y el descenso latitudinal es más evidente. La amplitud térmica anual fluctúa entre 5°C y 8°C, reduciéndose dichos valores alrededor de los lagos.

b) Clima marítimo templado frio lluvioso de costa occidental

Esta característica climática se ubica en la zona desde la ciudad de Puerto Varas, en la costa sur del lago Llanquihue (Depresión Intermedia), hasta el mar interior de Chiloé y canal de Chacao. Se caracteriza por ser un clima extremadamente húmedo, donde las precipitaciones se aproximan a los 2.000 mm/año.

c) Clima de hielo por efecto de la altura

Este tipo climático se ubica en la zona alta de la cuenca y se relaciona al relieve montañoso, con cotas superiores a 1.000 m s.n.m. Se caracteriza por ir disminuyendo desde un clima de Tundra, a un clima de nieve perpetua sin vegetación. Las precipitaciones superan los 3.000

mm/año y las temperaturas mínimas permanecen gran parte del año bajo cero. Su límite inferior se localiza alrededor de 1.800 m de altitud en la parte septentrional y 1.200 m en la parte meridional.

d) Clima templado frio lluvioso o de montaña

Este ambiente climático se ubica en la zona comprendida sobre los 500 m s.n.m., cota que corresponde aproximadamente al trazado de la isoterma invernal de 5°C y se desarrolla, en altitud, hasta el límite vegetacional. Presenta elevadas precipitaciones anuales, que van del orden de los 2.500 mm a más de 4.000 mm, las que caen en forma de nieve durante 4 a 6 meses. La temperatura media anual varía entre 9° y 6 °C, presentando en verano medias entre los 10°C y 15°C. La oscilación media anual es de 10°C, presentándose en invierno una temperatura mínima media muy cercana a 0°C.

2.2.2 Precipitaciones

La información de precipitaciones recopilada para este estudio (Anexo A), ha sido obtenida de las estaciones meteorológicas pertenecientes a la Dirección General de Aguas (DGA), Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) y Dirección Meteorológica de Chile (DMC), existiendo un total de 15 estaciones, cuya información general se indica en la Tabla 2.1.

Para presentar los datos pluviométricos es necesario realizar un análisis espacial y temporal de la información recolectada. Con este objetivo se confeccionó una línea de tiempo pluviométrica de estaciones meteorológicas. Esta herramienta permite observar si existe variabilidad en los periodos de registro de precipitaciones entre las estaciones y determinar si es necesario efectuar una homogenización de datos, que permita escoger las estaciones con mejor representatividad de la cuenca.

El intervalo seleccionado para caracterizar la variación de las precipitaciones en la cuenca cumple con la condición de que la mayoría de las estaciones disponen de series completas, actuales y simultáneas, despreciando en primera instancia las estaciones con pocos datos en el intervalo elegido, como también, aquellas que se encuentra en un sistema climático diferente. Con estos parámetros, se seleccionó el intervalo 2010 -2015, debido a que presenta a la mayor distribución espacial en la cuenca (Figura 2.2) y reduciendo el número de estaciones pluviométricas a 10: Fresia, Frutillar, Lago, Maullín, Puerto Montt, Colegual, Ensenada, Los Canelos, Octay, Quillanto), con las que se realiza la caracterización.

Tabla 2.1: Estaciones Meteorológicas presentes en el área de estudio y sus cercanías.

Estación / Ubicación	Institución perteneciente	Altitud (m)	Coordenadas		Periodo de Registro		Registro cantidad de años
			Norte	Este	Inicio	Final	
Frutillar Centro Experimental	DMC	80	5444578	665070	1980	2012	32
Ensenada	DMC	52	5435665	706603	1980	2002	22
Puerto Varas	DMC	74	5421835	668523	1980	1991	11
Fresia	DGA	148	5442924	633326	1992	2014	22
Frutillar	DGA	142	5445290	662762	1992	2014	22
Ensenada	DGA	62	5433117	703844	1961	2010	49
Lago Chapo	DGA	290	5410622	702516	1997	2014	17
Maullín	DGA	5	5391909	616647	1987	2014	27
Pelluco (U. Austral)	DGA	25	5404504	675656	2001	2011	10
Puerto Montt	DGA	90	5408043	672237	1973	2014	41
Colegual, Llanquihue	INIA	177	5435156	645860	2012	2014	2
Ensenada, Pto. Varas	INIA	76	5432350	708168	2014	2014	0
Los Canelos, Los Muermos	INIA	105	5406686	627371	2010	2014	4
Octay, Pto. Octay	INIA	178	5463846	677954	2012	2014	2
Quilanto, Frutillar	INIA	161	5455931	668450	2012	2014	2

La cuenca del río Maullín presenta entre los años 2010 – 2015 precipitaciones anuales promedio de 1.573,67 mm/año, registrando la mayor concentración de agua caída durante el año 2014 con una precipitación aproximada de 1.802,25 mm/año (Figura 2.3). Un análisis mensual de la precipitación durante el intervalo 2010 – 2014 exhibe que la máxima cantidad de lluvia caída corresponde a los meses de mayo a agosto, con precipitaciones por sobre los 150 mm y con *peak* en el mes de Junio, llegando a registrar 350 mm/mes (Figura 2.4).

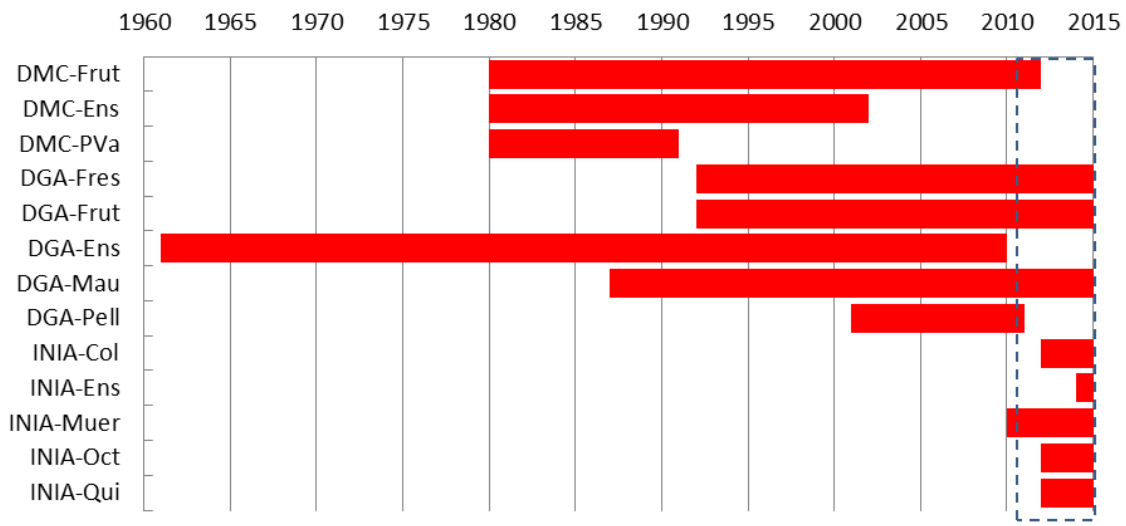


Figura 2.2: Línea de tiempo pluviométrica para la cuenca del río Maullín. Estaciones de Dirección meteorológica de Chile (DMC), Dirección General de Aguas (DGA), Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Localidades: Frut: Frutillar; Ens: Ensenada; PVa: Puerto Varas; Fres: Fresia; Mau: Maullín; Pell: Pelluco; Col: Colegual; Muer: Los Muermos; Oct: Puerto Octay; Qui: Quilanto. Cuadrángulo segmentado: intervalo de tiempo seleccionado

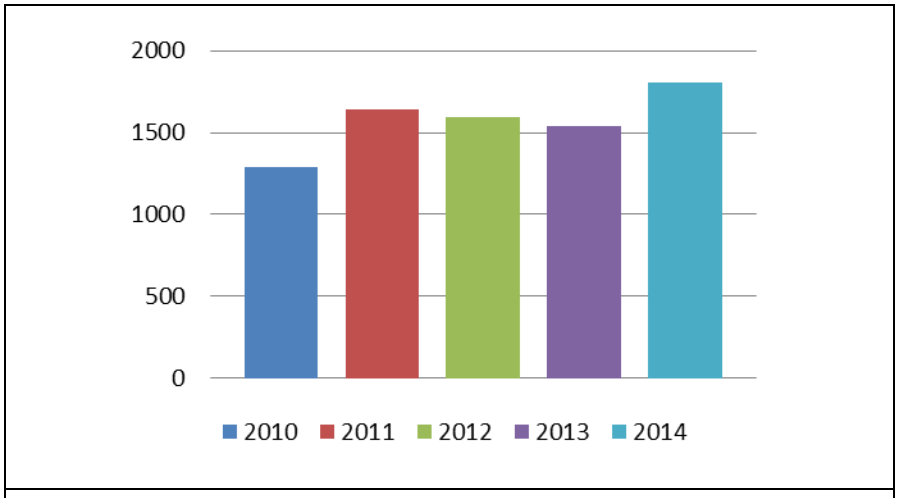


Figura 2.3: Gráfico de precipitación anual promedio para la cuenca del río Maullín durante 2014 - 2015

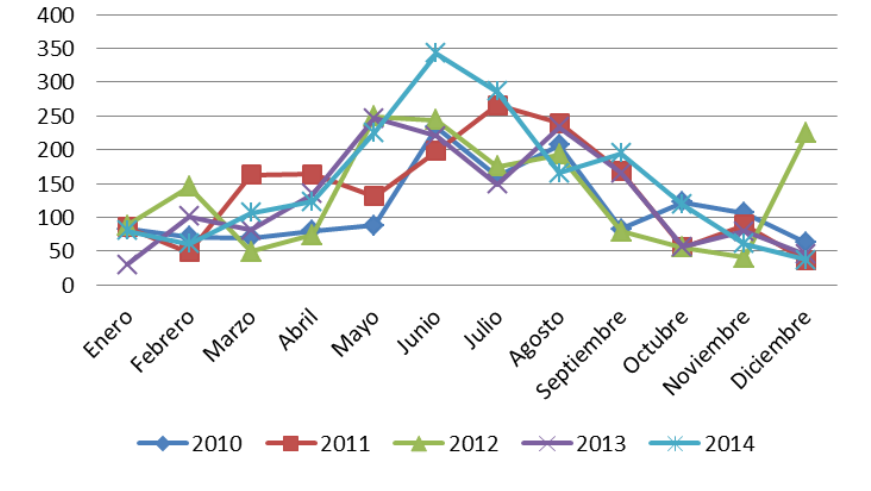


Figura 2.4: Gráfico de precipitación acumulada mensual para la Cuenca del río Maullín durante los años 2010 - 2014

Geográficamente se disponen las mayores precipitaciones en la Cordillera de Los Andes, particularmente en la localidad de Ensenada, donde se registran precipitaciones anuales del orden de 2.400 mm/año. A su vez, se registra un decaimiento de precipitaciones de sur a norte, reflejado en los datos recolectados en Puerto Montt y en la estación meteorológica de Quilanto, al norte (Figura 2.5).

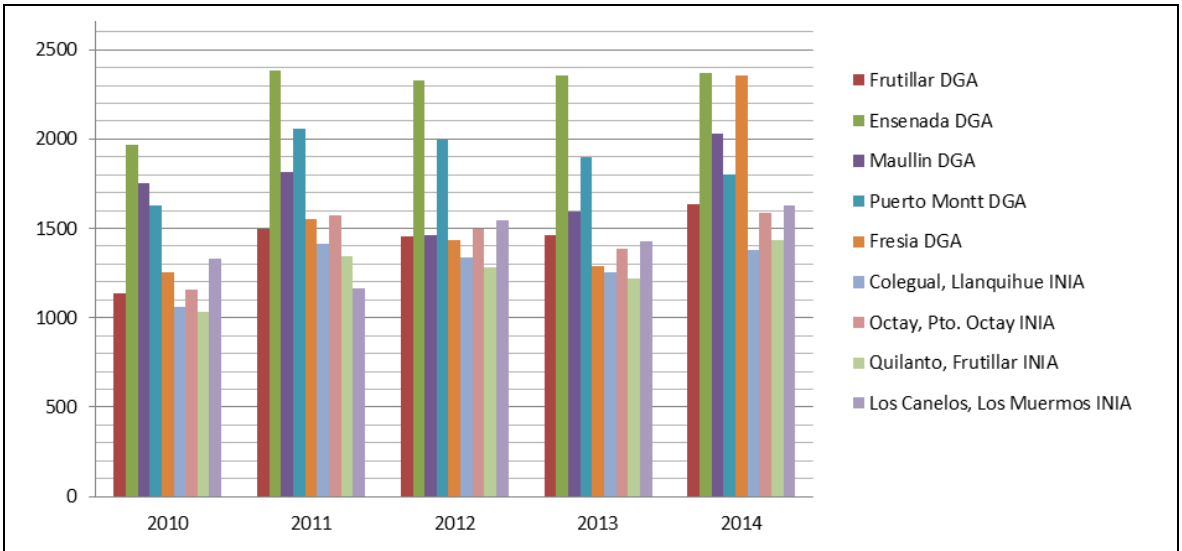


Figura 2.5: Gráfico de precipitación anual promedio por estación meteorológica durante el período 2010 -2014

2.3 HIDROGRAFÍA

La cuenca del río Maullín, en sentido amplio, incluye al lago Llanquihue y su cuenca de aporte (Figura 2.6). Presenta una extensión de 4.380 km^2 y se encuentra enmarcada, al oriente, por los volcanes Calbuco y Osorno, que constituyen las cabeceras de los afluentes del lago Llanquihue. Este lago desagua por el río Maullín, el cual nace en la parte central de la ciudad de Llanquihue, toma una dirección suroeste y desemboca en el Océano Pacífico, en donde forma un amplio estuario, en cuya costa sur se encuentra la ciudad de Maullín.

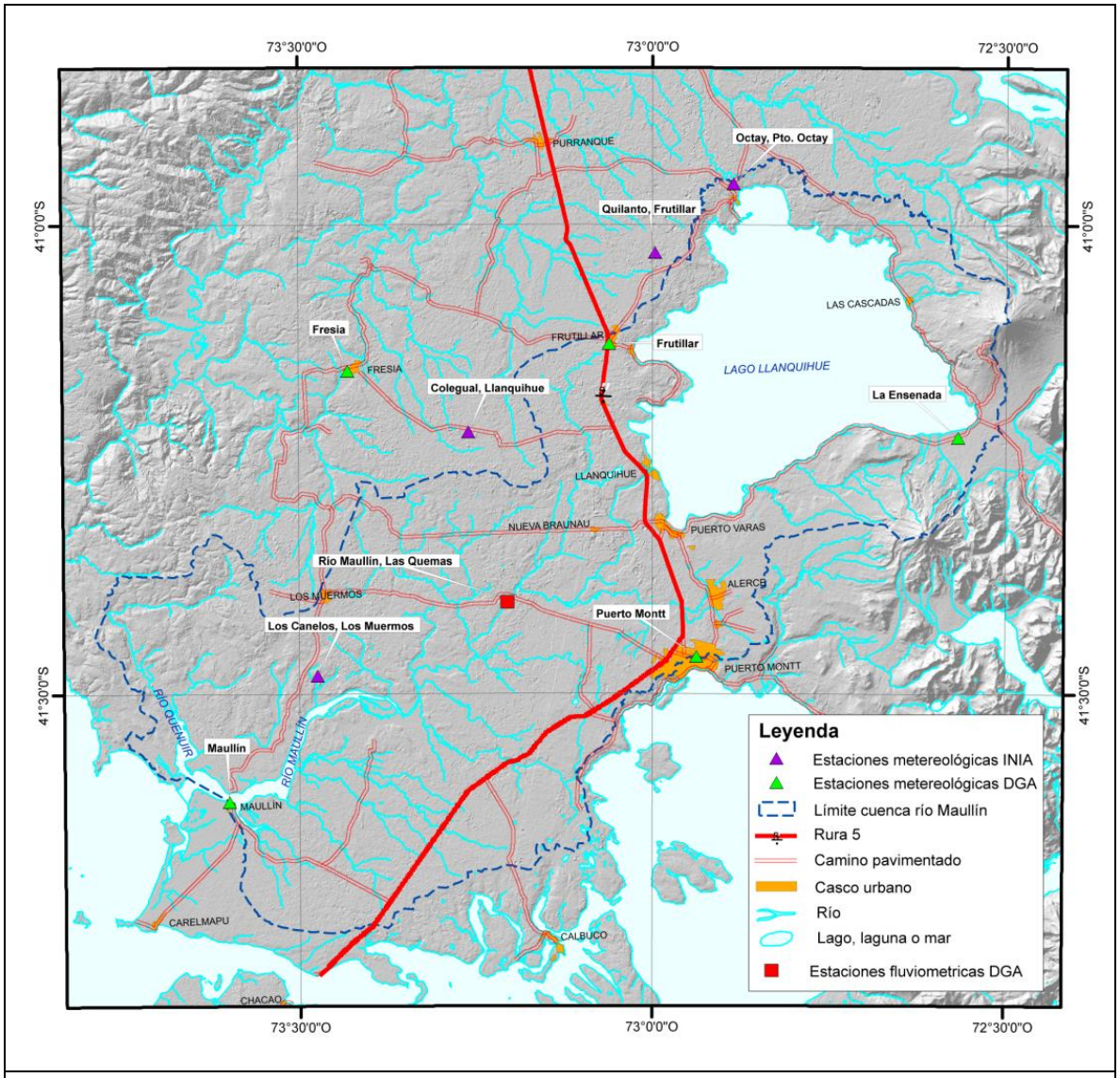


Figura 2.6: Hidrografía de la cuenca del río Maullín

Morfológicamente, como se ha mencionados, producto de las glaciaciones pleistocenas que afectaron a la región, desde los macizos rocosos en la Cordillera de Los Andes hasta la totalidad del área correspondiente a la Depresión Intermedia, se generaron un sistema de lagos pre-andinos, tales como el lago Llanquihue, cuyas cuencas se formaron por la depositación de sus morrenas frontales en los lóbulos glaciares, que condicionaron una discontinuidad en el escurrimientos de los ríos (Andersen *et al.*, 1999).

El lago Llanquihue, segundo en extensión en Chile, con una superficie de 860 km^2, presenta una morfología equidimensional con costas bajas y lomajes suaves relativamente regulares, bahías cerradas, como en los sectores de Frutillar y Puerto Varas en su borde occidental, así como Puerto Octay en la costa norte y Ensenada en su borde oriental. La profundidad del lago es mayor a 200 m (Denton *et al.*, 1999), con máximos de 322 m hacia la zona de Ensenada–Volcán Calbuco (SHOA, 1992; Figura 2.7). Recibe cortos tributarios provenientes de los altos topográficos de la zona. Los grandes tributarios del lago son generados en el área volcánica activa, descendiendo directamente desde su laderas, como el río Pescado, el que desciende 15 km por la ladera norte del volcán Calbuco, y los de menor extensión, relacionados con las laderas y montes depositados durante la última glaciación .

El río Maullín se origina por el desagüe del lago Llanquihue. Desde su inicio, adquiere una dirección suroeste y desemboca en un gran estuario. Recorre una distancia aproximada de 85 km y, en su trayectoria, recibe varios afluentes menores como los ríos: Calabozo, Colegual, Negro, Arenas, Gato, Chaqueigua, Gómez y Estero Lobos, entre otros. Se caracteriza por presentar un caudal entre los 44 a 145 m^3/s (Figura 2.8). Tiene un régimen pluvial, debido al aumento progresivo de la precipitación y al descenso topográfico de la Cordillera de Los Andes (Niemeyer y Cereceda, 1984). Sin embargo, se debe considerar que la presencia de los lagos pre-cordilleranos ejercen una influencia reguladora en la hidrología de la zona, dado que modifican sus características de régimen pluvial a uno de dominancia nival a pluvial (Santibáñez, 1999). Este río se caracteriza por presentar, en su primera parte, una red de drenaje dendrítica, generada por los desagües durante los eventos glaciares anteriores, siendo un agente de erosión. Luego, desde la localidad de Los Altos, la red de drenaje pasa a ser una tipo de barras y canales, aumentando su cauce, en función de su interacción con las aguas oceánicas.

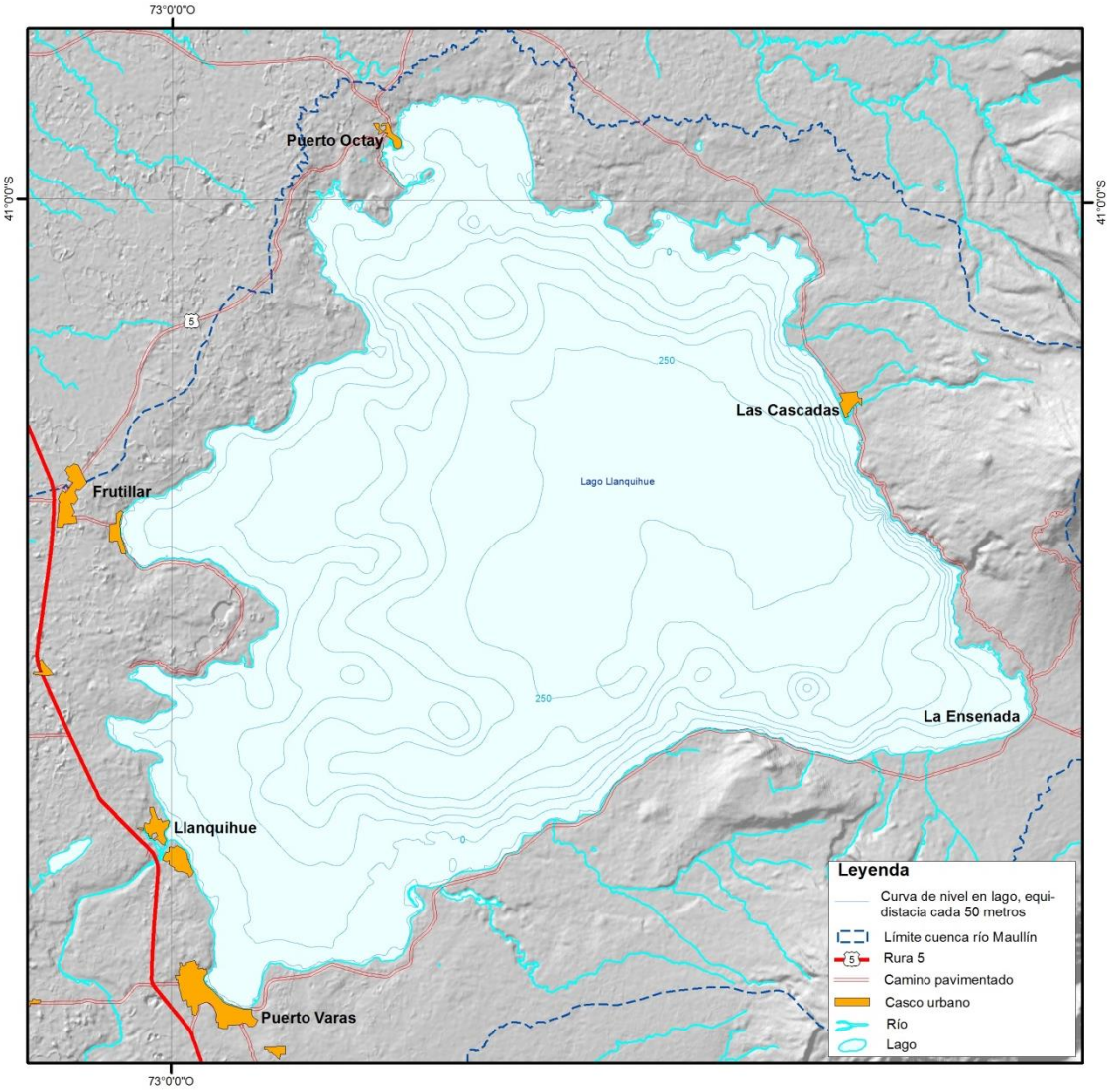


Figura 2.7: Isolíneas de altura con respecto al nivel del mar del lago Llanquihue. Fuente: SHOA, 1992

El río Quenuir, que forma la cuenca hidrográfica homónima, se ubica entre los 41° 25´ y 41° 35´ S y DGA la considera como una cuenca costera. Sin embargo, en este trabajo se incluye dentro de la cuenca del río Maullín, debido a que no desemboca en el mar sino en el estuario del río Maullín. Presenta una extensión aproximada de 20.50 km y se origina en el inicio del alto topográfico de la vertiente oriental de la Cordillera de La Costa, en esta zona denominada como Cordillera de Zarao. Sus tributarios son río Surgidero y estero Bernardito,

en la parte alta, y río Cululil, en la parte baja. Tiene una actividad perenne, característica de zonas de alta pluviometría con escasas fluctuaciones de sus cauces durante el año. Su morfología es muy variada, al norte, en la cordillera de Zarao, presenta una morfología meandriforme, mientras que aguas abajo comienza a aumentar su lecho, pasando de 81 m a 1 km, en función del aplanamiento del paisaje y nivelación con el nivel del mar, lo que posibilita la formación del delta del río en el desagüe con el río Maullín, finalizando su cauce en un ambiente de estuario influenciado por el Océano Pacífico.

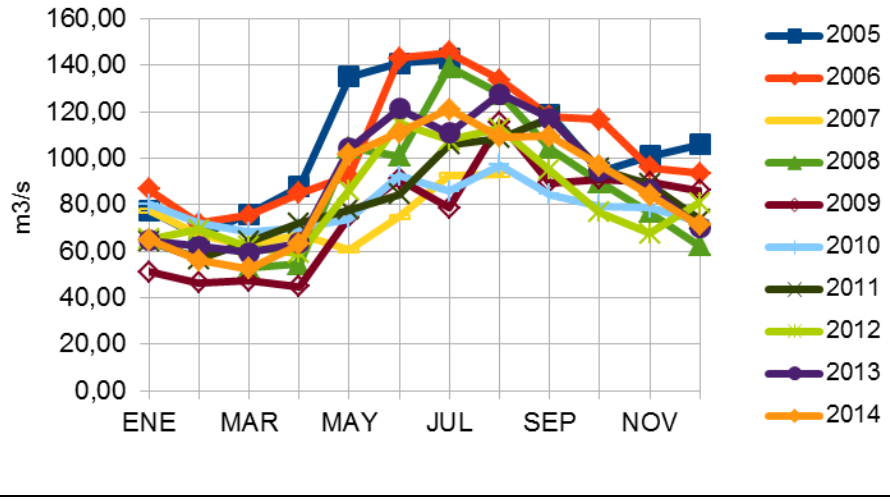


Figura 2.8. Gráfico de caudales acumulados mensuales del río Maullín, durante los años 2005 – 2014 (Fuente DGA; Anexo A)

3 MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

La evolución geológica de Chile ha estado sometida a distintos cambios de la subducción, dado que la corteza oceánica Pacifica se subducta bajo la Placa Continental Sudamericana, la cual existe desde el Jurásico (Pankhurst *et al.*, 1999; Jaillard *et al.*, 2000 *in* Zambrano, 2011). A partir de los 49 Ma la subducción de la Placa de Farallón ha tenido una dirección de convergencia oblicua – dextral. Tan sólo en la etapa comprendida entre el Oligoceno tardío al Mioceno temprano, período caracterizado por la ruptura de la antigua Placa de Farallón en las actuales placas de Cocos y Nazca, dio lugar a una subducción más ortogonal (Pardo-Casas y Molnar, 1987; Ramos y Klay, 1992; Gorring *et al.*, 1997; Somoza, 1998; *in* Thomson, 2002) y a un aumento en la velocidad de convergencia entre las placas de Nazca y Sudamericana de 7,8 cm/año (Thomson, 2002).

Considerando las características morfoestructurales de la zona, es posible observar tres lineamientos bien definidos en dirección Norte-Sur. Lo que permite agrupar y describir las características geológicas de la zona de estudio de oeste a este.

Hacia borde occidental del área de estudio, se instala un relieve positivo donde se ubica la Cordillera de La Costa, compuesta principalmente por rocas del Basamento Metamórfico Paleozoico, en menor cantidad rocas cenozoicas sedimentarias y volcánicas y, sobre estas, depósitos glaciares pleistocenos de pequeña extensión y locales (Duhart, 1999).

En la parte central, se ubica una zona caracterizada por ser altimétricamente baja llamada Depresión Intermedia (Tassara, 2003), que está estructurada por rocas sedimentarias mesozoicas y rellenada en toda su extensión, por depósitos no consolidados de origen fluvial, glacial y glaciofluvial pleistocenos.

En el borde oriental, se estructura el macizo orógeno de la Cordillera Principal, donde se ubica el arco volcánico actual, perteneciente a la Zona Volcánica Sur (ZVS) (López-Escobar, 1995). Compuesto por rocas intrusivas de edades paleozoicas a cenozoicas, volcánicas holocenas, sedimentarias mesozoicas a cenozoicas y rocas metamórficas del Paleozoico – Triásico (Duhart, 1999).

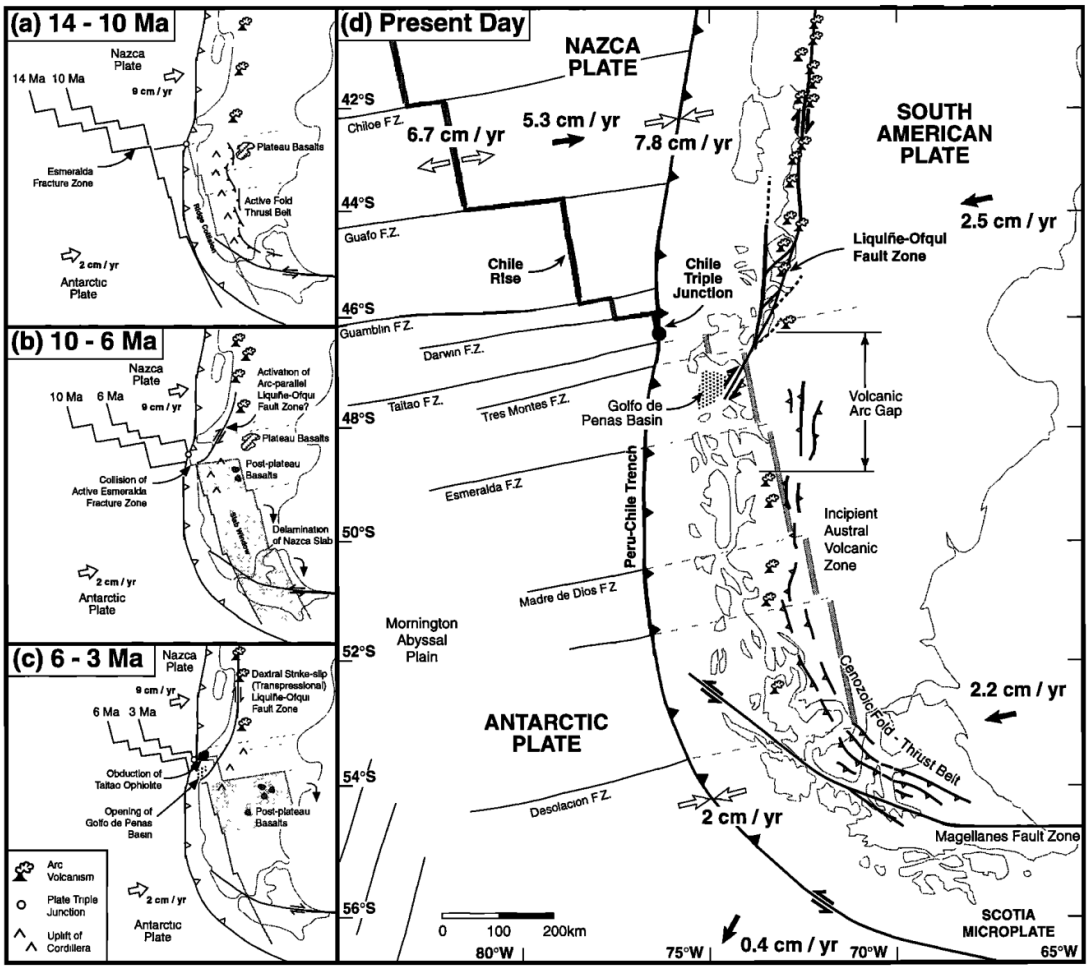


Figura 3.1: Desarrollo tectónico al sur de Sudamérica y hacia el sureste del Océano Pacifico en los últimos 14 Ma (Basado en Pardo Casas y Molnar, 1987; Ramos y Kay, 1992; Gorring *et al.* , 1997; Somoza, 1998; *in* Thomson, 2002)

3.1 DOMINIOS MORFOESTRUCTURALES DE LA REGIÓN DE LOS LAGOS NORTE.

3.1.1 Cordillera de La Costa.

En esta unidad morfoestructural (Figura 3.2) se emplazan principalmente rocas metamórficas, con dominancia de esquistos pelíticos, esquistos máficos y en menor cantidad metacherts, serpentinitas, milonitas y relictos de esquistos azules, todos ellos

agrupados en el denominado Complejo Metamórfico Bahía Mansa e interpretado como un prisma de acreción Carbonífero – Pérmico (Duhart, 2001).

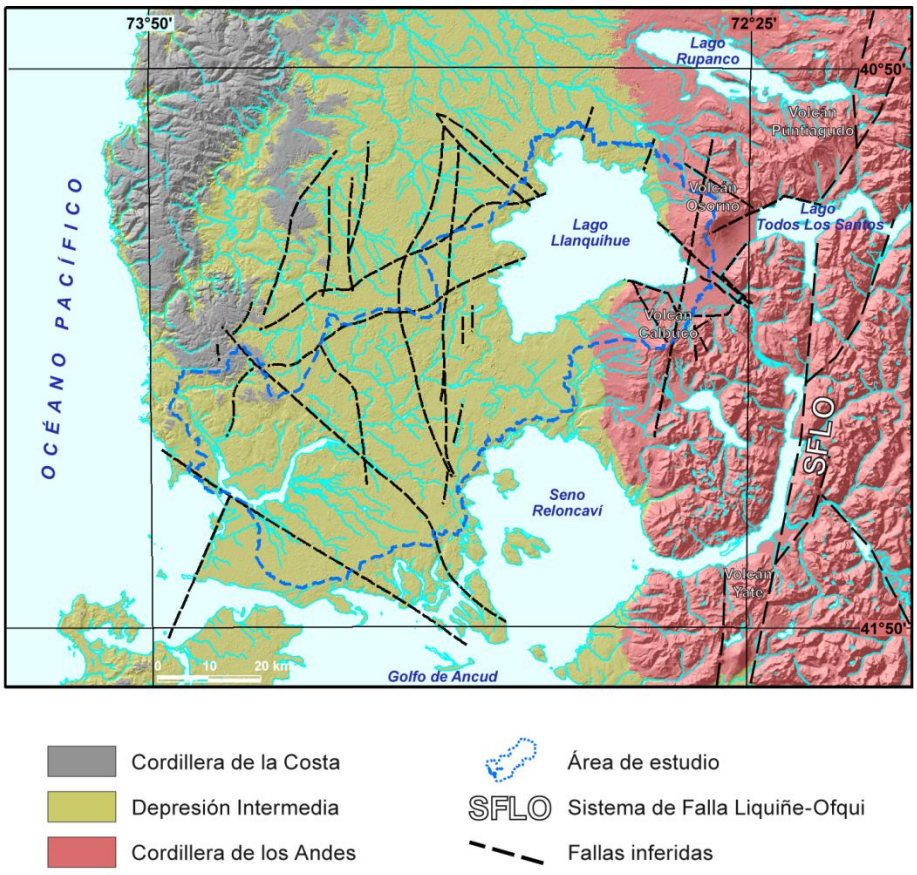


Figura 3.2: Dominios morfoestructurales de la Región de Los Lagos

Las rocas estratigráficadas del área están representadas por: sedimentitas y vulcanitas de edad Oligoceno – Mioceno. Este paquete sedimentario, corresponde a fangolitas, areniscas y conglomerados. Los que presentan una génesis continental pertenecen a los Estratos Chuequemó (García, 1968, *in* Duhart, 1999), Estratos de Parga (Flores, 1976, *in* Duhart, 1999) y a la Formación Caleta Godoy (Valenzuela, 1982, *in* Duhart, 1999) , en tanto, los de ambiente marino – continental pertenecen a la Formación Santo Domingo (Martínez y Pino, 1979, *in* Duhart, 1999) y Estratos de Río Colún (Crignola, 2000, *in* Duhart, 1999); los paquetes volcánicos de la zona (Duhart, 1999), principalmente lavas, de composición basáltica a basalto – andesíticas y piroclástitas riodacíticas, representadas por el Complejo Volcánico Ensenada - Capitanes (Duhart *et al.*, 1999) y Caleta Parga (Duhart *et al.*, 1999).

El cuaternario es representado por depósitos no consolidados, ocasionalmente observados en el área, con edades Pleistocenas Inferior a Medio y de un origen glacial a fluvioglaciar (Duhart, 1999).

3.1.2 Depresión Intermedia.

Se ubica en la parte central de la región. Es una morfoestructura deprimida (Figura 3.2), la que durante el terciario correspondió a una cuenca (Elgueta *et al.*, 2000). Aflora únicamente en el borde occidental de la depresión, en una franja de dirección Norte – Sur, adosada al Basamento Metamórfico de Bahía Mansa. La cuenca está compuesta por un paquete de rocas sedimentarias de gran potencia, la que, durante el Pleistoceno se habría colmatado de sedimentos provenientes de los glaciares de pie de monte, que cubrieron la región durante esta época (Andersen *et al.*, 1999).

Las Sedimentitas están representadas por: paquetes Paleógeno – Neógenos de origen parálico – continental, pertenecientes a los Estratos de Pupunahue - Catamutún (Illies, 1970, *in* Duhart, 1999) y Estratos de Chuequemó (García, 1968, *in* Duhart, 1999); seguidos por una secuencia marina – continental retrogradante denominada Formación Santo Domingo (Martínez y Pino, 1979, *in* Duhart, 1999).

Durante el Pleistoceno – Holoceno ocurrieron diversos episodios glaciares los que han sido datados y definidos; por su morfología, grado de meteorización, grado de erosión y desarrollo de cobertura del suelo que presentan, permitiendo definir cuatro franjas glaciares de edades crecientes, denominadas: Glaciación Llanquihue, Glaciación Santa María, Glaciación Río Llico y Glaciación Tegualda (Antinao y Clayton *in* SERNAGEOMIN, 1998), asociada a cada una de ellas: depósitos Morrénicos, fluviales y glaciofluviales; y sobre éstos, emplazados sedimentos de carácter eólico y volcánico actuales.

Hacia la costa Sur - Oeste, en la zona del estuario del río Maullín, se observa una graduación de una depositación a una fluvial – costera de edad Pleistoceno superior a Holoceno, caracterizado por depósitos de estuario, eólicos y de playa.

3.1.3 Cordillera Principal.

Ubicada al Este de la región (Figura 3.2), es representada por un conjunto de bloques solevantados por procesos tectónicos particularmente intensificados durante el Neógeno y recorridos por importantes sistemas de fallas, Zona de fallas de Liquiñi – Ofqui (ZFLO), y

estructurado principalmente por rocas intrusivas, volcánicas y en menor proporción rocas sedimentarias y metamórficas (Duhart, 1999). Presenta un complejo sistema de erosión, especialmente glacial sumado a las zonas de debilidad estructural generadas por zona de falla Liquiñi-Ofqui (ZFLO), la que produce una profunda disección de valles y el posterior modelado del paisaje. Esta unidad está constituida por intrusivos del Batolito Norpatagónico, los que pertenecen al menos a cinco ciclos intrusivos; Paleozoico Superior, Jurásico, Cretácico Inferior, Eoceno y Mioceno (Parada *et al*., 1997, *in* Duhart, 1999) y, sobre estos, rocas volcánicas pleistocenas – holocenas y depósitos volcánicos semiconsolidados.

Las plutonitas paleozoicas corresponden a tonalitas de hornblenda y biotita (Munizaga *et al*., 1988, *in* Duhart, 1999); los intrusivos jurásicos a granodioritas y granitos de biotita (Munizaga *et al*., 1988, *in* Duhart, 1999); el evento cretácico representado por tonalitas y dioritas de hornblenda y biotita que afloran preferentemente al este de la ZFLO (Munizaga *et al*., 1995, *in* Duhart, 1999); las intrusiones eocenas son las de menor extensión y presentan una composición granítica (SERNAGEOMIN – BRGM, 1995); mientras que las plutonitas del Mioceno corresponden a gabros, dioritas y tonalitas de hornblenda y biotita (Parada *et al*., 1997, *in* Duhart, 1999).

Las rocas volcánicas pleistocenas – holocenas exhiben un composición andesíticas y basáltica y conforman la estructura del arco volcánico actual. En el borde limítrofe Chile – Argentina afloran rocas mesozoicas de la Formación Pichicolo (SERNAGEOMIN – BRGM, 1995) de edad Jurásico – Cretácico, compuesta por vulcanitas andesíticas y sedimentitas de grano fino a grueso. El cenozoico se presenta con unidades sedimentarias y volcánicas que constituyen a los Estratos Lago Ranco (Campos *et al*., 1998, *in* Duhart, 1999), de edad Oligoceno – Mioceno Inferior, compuesto por areniscas, lutitas y conglomerados con brechas, tobas y lavas; Formación Ayacara (SERNAGEOMIN – BRGM, 1995), de edad Mioceno temprano – medio (Encinas *et al*., 2006), compuesto por conglomerados, areniscas, limolitas y tobas.

Los depósitos piroclásticos semiconsolidados (Clayton y Antinao *in* SERNAGEOMIN, 1998), se encuentran sobreyaciendo a estas unidades, compuesto por clastos de arena a grava de composición dacítico – andesítico, ubicados en zona de abanico. Rocas metamórficas se han reconocido como las más antiguas de la zona, y representan a complejos metamórficos mesozonales de Trafún (Duhart *et al*., *in* Sernageomin, 1998) y Sotomó – Chaiquenes (SERNAGEOMIN – BRGM, 1995), compuestos por gneises micáceos y anfibolitas.

4 GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO

En el área de estudio afloran rocas metamórficas paleozoicas – triásicas, rocas volcánicas y sedimentarias del terciario y depósitos no consolidados del cuaternario (Compilación Geológica Cuenca del río Maullín, fuera de texto). Para asignar edades se ha utilizado la escala geológica de Coen *et al.* (2014).

A continuación, se describen los depósitos sedimentarios no consolidados y unidades geológicas desde la joven a la más antigua.

4.1 HOLOCENO

Durante esta época los procesos depositacionales, en la Depresión intermedia se encuentran asociados principalmente a sistemas fluviales, marinos y/o de estuario en zonas adyacentes a cursos fluviales y arenas marinas; la Cordillera Principal, por su parte, presenta una dominancia de procesos volcánicos generaros por la activad de los volcanes Calbuco y Osorno.

4.1.1 Depósitos estuarinos (He)

Depósitos de arenas finas, limos y arcillas, que se ubican en los lechos y riberas, del río Maullín y sus tributarios río Quenuir, río Olmopulli y río Gómez, como también en su desembocadura. Se caracterizan por ocupar grandes terrazas en zonas de canales espaciosos, las que representan antiguos cauces de ríos de desagüe glacial, y en terrazas post – glaciales. Se ubican en terrenos parcial o totalmente saturados, soportando vegetación, donde ocurre sedimentación actual relacionada con los tiempos de marea o inundaciones (Clayton *et al.*, *in* SERNAGEOMIN, 1998). Laugenie (1982, *in* SERNAGEOMIN, 1998) propone que estos terrenos pantanosos, se atribuyen al hundimiento ocurrido durante el terremoto de Valdivia de 1960.

4.1.2 Depósitos litorales (Hp)

Depósitos de playa que se ubican en la costa de la ciudad de Puerto Varas. Están compuestos principalmente de arenas, gravas y ripios, bien seleccionados y redondeados, localmente, las gravas presentan formas esféricas y discoidales (Antinao *et al.*, 2000). Los afloramientos muestran secuencias con estratificación masiva, horizontal – planar e

imbricación en dirección al mar. La composición del depósito es de cuarzo, líticos volcánicos, metamórficos e intrusivos dependiendo de la litología local. Su morfología cambia contantemente debido a los procesos erosivos y depositacionales actuales.

4.1.3 Depósitos de origen Lahárico (Hvlh)

Conjunto de abanicos compuestos de bancos de gravas gruesas a finas, mal a moderadamente seleccionadas, ricas en matriz arenosa, en ocasiones cenizas, estratificadas, con rasgos de imbricación y que presentan escasa cobertura vegetal. Presentan escasa a moderada consolidación. Corresponden a depósitos de lahares fríos y calientes generados durante las erupciones de los últimos siglos (Moreno *et al.*, 2010; Sellés *et al.*, 2011).

4.1.4 Abanicos de Lahares y Flujos Piroclásticos Prehistóricos (Hlp)

Depósitos ricos matriz de ceniza y arena, con clastos angulosos a subredondeados y bloques de hasta varios metros de diámetro, que contienen abundantes fragmentos juveniles. Corresponden a depósitos de lahares, lahares calientes y flujos de bloques y ceniza acumulados a la salida de grandes quebradas, en cuyas cabeceras ha tenido lugar interacción de magma juvenil con hielo y/o nieve (Moreno *et al.*, 2006 en Sellés y Moreno, 2011). Estos depósitos forman grandes abanicos hacia el noreste y sur del cráter del volcán Calbuco, en sectores de Ensenada y Correntoso, respectivamente, los cuales se encuentran moderadamente a bien consolidados (Moreno *et al.*, 2010).

4.2 PLEISTOCENO MEDIO – HOLOCENO

Posterior a la Glaciación Llanquihue se genera un proceso tardiglaciar, que implicó un retroceso de los lóbulos glaciares hacia la cordillera principal, lo que produce la fusión del hielo glaciar y su desagüe hacia el océano. A su vez, productos de estos acontecimientos, se origina una etapa paraglaciar de ajuste morfológico en zonas cercanas a la costa (Antinao *et al., in* SERNAGEOMIN, 1998). Paralelamente en la cordillera principal se desarrolla actividad eruptiva en los volcanes Osorno y Calbuco.

4.2.1 Depósito de Remoción en Masa (PlHr)

Corresponde a un depósito macizo caótico, de gran espesor (más de 200 m en áreas proximales), generado como resultado de un importante deslizamiento del edificio volcánico Calbuco y posteriormente por retrabajos locales. La unidad cubre parte de los granitoides miocenos, Secuencias indiferenciadas de lavas y depósitos piroclásticos (PlHv), así como depósitos originados por la glaciación Llanquihue (Plg1 y Plm1). En sectores proximales se desarrollaron cerrilos ("hummocks") de grandes proporciones, que sobresalen con alturas de hasta 100 m, en estos sectores el depósito tiene una composición fundamentalmente volcánica sin selección, presentando un intenso fracturamiento interno (tipo "jigsaw puzzle") de clastos angulosos a subredondeados. La matriz corresponde a un material clástico anguloso, tamaño gravilla a arcilla, generada producto de la molienda de fragmentos rocosos mayores. En sectores distales hacia extremos del noroeste y el oeste del cráter del volcán Calbuco, los cerrillos presentan formas alargadas a cónicas con alturas máximas de 20 m (Sellés y Moreno, 2011).

4.2.2 Depósitos y rocas de origen piroclástico (PlHvp)

Dentro de esta unidad se incluyen depósitos piroclásticos de caída, conos piroclásticos, que en su mayoría se encuentran asociados a coladas de lava y localmente presentan intercalaciones de depósitos volcanoclásticos, frecuentemente presentan diferentes etapas de crecimiento, asociados a diversos episodios de volcanismo. Estos depósitos se encuentran distribuidos en torno a los cráteres de los volcanes Osorno y Calbuco. En su gran mayoría tienen bajo grado de consolidación, localmente algunos alcanzan consolidación moderada y pocos se encuentran totalmente consolidados. Están compuestos de niveles de acumulación de pómez, escoria y/o ceniza, presentando una amplia heterogeneidad en su granulometría. Su contenido mineralógico y en particular su porcentaje de SiO_2 indican con mayor frecuencia una composición andesítico-basáltica.

En la zona Oeste del cráter del volcán Calbuco, se encuentra un extenso abanico de depósitos volcanoclásticos gruesos, coronado por una notable ignimbrita consolidada denominada Alerce. La secuencia está compuesta principalmente por depósitos de flujos piroclásticos y lahares, con intercalaciones delgadas de gravas finas a medias, arenas volcánicas y cenizas argilizadas (Moreno *et al.*, 2010).

Tanto la Ignimbrita Alerce como otros depósitos de flujo piroclástico de la secuencia, contienen material carbonoso restos de madera, los cuales han permitido realizar datación con ^{14}C, lo que sumado a las relaciones estratigráficas permite obtener para esta unidad, edades comprendidas entre 20 ka y eventos históricos recientes (Moreno *et al.*, 2010; Sellés y Moreno, 2011).

4.2.3 Depósitos Fluviales Antiguos (PlHf)

Estos depósitos se ubican en antiguos cursos fluviales, que formaron terrazas de 1 a 10 m de alto, por sobre el lecho actual y que en el presente la ocupan las corriente de agua actuales, como son los ríos Maullín, Colegual y Quenuir junto con sus tributarios, como también, antiguos desagües de los lagos glaciales (río Gómez y río Peñol) que provienen de los paleocauces formados por las morrenas de la Glaciación Llanquihue.

Están compuestos por gravas moderadas a bien seleccionadas, bien redondeadas e imbricadas, inmersas en una matriz de arenas gruesas y medias. Presentan estratificación planar horizontal y entrecruzada, con estratos granodecrecientes y en algunos lugares limos laminados. Comúnmente se observan estructuras de canales de barras (Clayton *et al., in* SERNAGEOMIN, 1998).

Los clastos se presentan frescos y duros, indicando el retrabajo de los depósitos glaciofluviales. Los suelos que se forman sobre estos depósitos son de espesores variables entre 10 a 50 cm revelando su característica juvenil y, probablemente, tienen un origen piroclásticos. El espesor del suelo es menor que los de las planicies y morrenas del área, y su relación morfo – estratigráfica con respecto a los depósitos glaciales y glaciofluviales de la Glaciación Llanquihue indican que se han formado después del último retiro del lóbulo glacial Llanquihue (13.900 a A.P. ^{14}C, Antinao *et al, in* SERNAGEOMIN, 1998).

4.2.4 Depósitos de Playa Antiguos (PlHp)

Ubicados en la parte norte y sur de la desembocadura del río Maullín, en una franja de 500 m a 2 km de ancho. Corresponden a depósitos de arenas y gravas, bien seleccionadas, bien redondeadas, de forma esférica y discoidal, muy similares a los Depósitos de Playa Actuales (Hp), pero su ubicación se encuentra alejada de la línea de costa marina. En imágenes aéreas se observa claramente paleocostas, no obstante, en terreno no se distinguen (Antinao *et al., in* SERNAGEOMIN, 1998).

Estratigráficamente sobreyacen a los depósitos glaciofluviales, esto indica que se han formado posteriores a la Glaciación Llanquihue (13.900 A.C. ^{14}C) y además, de reflejar un levantamiento gradual del terreno respecto a la altura del mar durante este período, que podría tener una génesis glacio – isostática (Antinao *et al., in* SERNAGEOMIN, 1998).

4.2.5 Lavas y Domos (PlHlv)

Este tipo de rocas forman parte de los edificios volcánicos presentes en el área de estudio, expuestas radialmente sobre los flancos de los conos centrales, constituyendo distintas etapas de la construcción, con edades que van desde el pleistoceno a eventos históricos. Litológicamente corresponden a lavas de composición predominantemente basáltica y andesítico-basáltica, que incluyen localmente, intercalaciones volcanoclásticas y piroclásticas (Moreno *et al*., 2010; Sellés y Moreno, 2011). En el caso del volcán Osorno, los domos se encuentran en las laderas del cono, en su mayoría se encuentran asociados a coladas de lava y son principalmente de composición dacítica. El volcán Calbuco, por su parte, presenta un cuerpo domiforme ubicado en interior del antiguo cráter central e incluye algunas coladas de lava (de composición andesítica) que escapan del perímetro del cráter, hacia la parte NE y SE del actual edificio volcánico. A partir de las dataciones $^{40}A/^{38a}$ (masa fundamental), K-Ar (roca total) y relaciones estratigráficas indican, para esta unidad, un rango de edad comprendido entre 198±49 ka y eventos históricos recientes (Moreno *et al*., 2010; Sellés y Moreno, 2011).

4.2.6 Secuencias indiferenciadas de lavas y depósitos piroclásticos (PlHv)

Dentro de esta unidad se agrupan secuencias interestratificadas de lavas y depósitos piroclásticos de diferente grado de consolidación. Estas secuencias corresponden a coladas, depósitos y conos piroclásticos que provienen del volcán Pichihuinco y abanicos que forman gran parte las laderas del volcán Calbuco.

Los materiales provenientes del volcán Pichihuinco, corresponden a basaltos de textura porfírica y abundante material piroclástico, principalmente escoria, lapilli, ceniza, bombas y bloques (Duhart *et al*., 1998). En el caso del volcán Calbuco, los materiales generados son intercalaciones de coladas de lavas predominantemente andesíticas, rocas piroclásticas y con potentes intercalaciones de brechas piroclásticas y brechas de origen lahárico (Sellés y Moreno, 2011).

En materiales provenientes del volcán Calbuco, se obtienen dataciones de K-Ar (roca total) y $^{40}A/^{39}A$ (masa fundamental), se obtienen edades que varían entre 340 y 30 Ka, adicionalmente otras coladas más recientes, presentan relaciones estratigráficas que permiten ser asignadas con una edad de holoceno (Sellés y Moreno, 2011).

4.3 PLEISTOCENO

La región en esta época se define por ciclos glaciales regulares, compuestos por ciclos fríos y separados por intervalos de temperaturas más cálidas, llamados “interglaciar” entre glaciaciones e “interestadiales” dentro de la glaciación. Presentan estructuras de canales y barras, disminuyendo su proporción de arena hacia la desembocadura del lóbulo glacial.

En general, los clastos son de composición ígnea, volcánica o intrusiva en la zona de la depresión intermedia, hacia la Cordillera de la Costa se observa, que localmente, son esquistos y rocas del basamento metamórfico y en la Cordillera Principal rocas volcánicas e intrusivas.

Habitualmente los clastos son frescos y duros; y sus terrazas se encuentran cubiertas por suelos de espesores variables entre 5 cm a 1 m, aumentando sus espesores según la edad de la glaciación y la cercanía con la Cordillera Principal debido a su origen volcánico. Esta terrazas se encuentran en morrenas y planicies fluvioglaciales de las glaciaciones Tegualda, Llico, Santa María y Llanquihue; indicando que se formaron posteriores al retiro de los lóbulos glaciares de la última glaciación (Antinao *et al., in* SERNAGEOMIN, 1998).

4.3.1 Depósitos Morrenicos Glaciación Llanquihue (Plm1)

Esta unidad se ubica en una franja continua desde la ribera norte hacia la occidental del lago Llanquihue, y en el sur se encuentra contiguo al Seno de Reloncaví, en dirección suroeste, hasta la altura del Canal de Chacao pasando a la Isla de Chiloé.

Morfológicamente definen una compleja secuencia de cordones morrénicos y pendiente de contacto con hielo, con un ancho inferior a 10 km, una altura entre 5 a 40 m y se elevan hasta los 160 m s.n.m., las que fueron formadas por los glaciares de pie de monte que vinieron desde la Cordillera Principal hacia la Depresión Intermedia excavando las depresiones que ocupan actualmente el Lago Llanquihue y el Seno de Reloncaví (Clayton y Antinao, *in* SERNAGEOMIN, 1998). Se distinguen al menos 3 límites de avances

morrénicos, delimitados por pendientes de contacto con hielo, aunque es posible observar pequeñas superficies de contacto con hielo interrumpidas, las que se asocian a pequeños avances glaciares.

Se compone por depósitos de *till*, con una estructura masiva sin estratificación, con facies que varían entre clastosoportado a matriz soportado. Los clastos presentan granulometrías de gravas gruesas a finas, con mala selección y subredondeados a redondeados con estrías o facetas glaciares frecuentemente retrabajados a partir de clastos provenientes de depósitos glaciofluviales previos. La litología de estos, predomina dacitas y andesitas provenientes de la Cordillera Principal. La matriz es variable, con alto porcentaje de limos y arenas finas, aunque localmente en la costa pueden ser ricos en arenas. Estos depósitos son muy compactos y duros, lo que indica una sedimentación directa desde el hielo glacial, y está conformada por diferentes facies de depósitos glaciales de ambientes subglaciares y marginales al hielo.

Lowell *et al.* (1995) basado en dataciones de radiocarbono, sugiere que hay seis avances glaciales, los que son registrados en las cuencas de Llanquihue, Reloncaví y Castro durante el último ciclo de glaciación, que corresponden a los avances máximos a >33.500, 29.600, 26.960, 23.060, 21.000 y 14.890 - 13.900 a A.P. ^{14}C.

4.3.2 Depósitos Glaciofluviales Glaciación Llanquihue (Plgf1)

Estos depósitos se ubican al oeste e inmediatamente a continuación de los depósitos de la Glaciación Llanquihue.

En el área de estudio, se caracterizan por mantener la particularidad de ubicarse al lado oeste de los depósitos glaciares de la Glaciación Llanquihue, además, de encontrarse la mayoría al sur de la ribera del río Maullín, pero localmente, se pueden observar afloramientos al norte, desde el desagüe del Lago Llanquihue.

Estos sedimentos conforman planicies y llanuras anchas entre y al oeste de las morrenas Llanquihue (Clayton y Antinao *in* SERNAGEOMIN, 1998), cubriendo una antigua morfología creada por los depósitos de *till* y glaciofluviales de la Glaciación Santa María. Se caracterizan por presentar una red de drenaje joven de dirección suroeste, observado en los ríos Colegual, Gato y Maullín. Representan sedimentos que han sido transportados y

depositados por antiguas corrientes de desagüe (*meltwater*) provenientes de los lóbulos glaciares Llanquihue y Reloncaví (Clayton y Antinao *in* SERNAGEOMIN, 1998).

En general, los depósitos glaciofluviales proximales a los sistemas volcánicos Calbuco y Osorno, están cubiertos por una capa de 0.3 y 1 m de ceniza y lapilli, de color ocre – amarillento (Clayton y Antinao *in* SERNAGEOMIN 1998).

El depósito está compuesto por gravas y pequeñas cantidades de limos y arcillas, que forman facies clasto soportadas con bajo porcentaje matriz de arenas gruesas, de hasta 15 a 20 m de espesor, moderados a bien seleccionados y subredondeados a redondeados (Clayton y Antinao *in* SERNAGEOMIN, 1998). Al alejarse de los depósitos de *till*, los afloramientos exhiben una buena estratificación plana – horizontal, cruzada y granodecreciente, interestratificados con lentes de arenas y limos laminados. Los clastos exhiben un origen ígneo; dacitas y andesitas de la Cordillera de los Andes. Los clastos, a diferencia de los pertenecientes en depósitos más antiguos, no presentan cascaras de alteración y la mayoría son compactos, a excepción de los que presentan un retrabajo, posiblemente de depósitos más antiguos.

Clayton y Antinao (*in* SERNAGEOMIN, 1998) por la continuidad de la planicie y frescura de los clastos glaciofluviales, correlaciona estos depósitos con la última glaciación (Glaciación Llanquihue), ocurrida entre los 40.000 y 13.800 a A.P. ^{14}C (Lowell *et al.*, 1995). Probablemente la mayoría de la superficie corresponda al límite más extenso del lóbulo Reloncaví (29.600 A.P. en ^{14}C), cortando y rellenando antiguas morfologías de las morrenas de la Glaciación Santa María (Clayton y Antinao *in* SERNAGEOMIN, 1998).

4.3.3 Depósitos Morrénicos Glaciación Santa María (Plm2)

Estos depósitos forman un cordón morrénico fragmentado, al oeste de los depósitos glaciales Llanquihue. En el área de estudio, afloran en la parte norte, específicamente en la localidad de Colegual y, hacia el sur, hasta el estuario del río Maullín, generalmente por la ribera norte. Locamente en la ribera sur, pueden ser observados en la localidad de Puelpún y Salto Grande.

La morfología que presenta son cerros y lomas de hasta 150 m s.n.m., que destacando de las planicies de origen glaciofluvial de Llanquihue, presentan formas donde se pueden distinguir crestas morrénicas y pendientes de contacto con hielo (Antinao *et al., in*

SERNAGEOMIN, 1998). Se observan que las facies de *till* se superponen directamente a los depósitos de glaciares de la Glaciación Río Llico.

El depósito está compuesto por un diamicto masivo, mal seleccionado y matriz soportado. La matriz, por lo general, se encuentra oxidada y compactada semicementada por limos y arenas finas de coloración gris parda. Los clastos son gravas y bolones, subredondeados a redondeados y, en algunos, existen facetas y estrías de erosión glacial (Antinao *et al., in* SERNAGEOMIN, 1998). La mayoría de los clastos se encuentran frescos, pero presentan un pequeño porcentaje de alrededor de un 7 a un 14% de clastos alterados con cascaras de meteorización (Antinao y Clayton *in* SERNAGEOMIN, 1998).

Los suelos en estos depósitos tienen una profundidad de 1 a 4 m, en los que es posible observar diferentes niveles de depositación, identificados por sus tonalidades y están relacionados probablemente a los depósitos piroclásticos.

Mercer (1976) postula mediante dataciones de ^{14}C en suelos ubicados entre los depósitos glaciales de Santa María y Llanquihue, que estos tendrían una edad mínima de 57.800 +2300/-3200 (posible contaminación) y una edad máxima de 39.900 A.P. Correlacionándolos con las etapas del isotopo marino de Oxigeno 8-6, si es que la Glaciación Llanquihue se correlaciona con las etapas 4-2. Representando una glaciación de edad Pleistoceno Medio – Superior, posiblemente entre 262.000 – 132.000 A.P. (Clayton *et al., in* SERNAGEOMIN, 1998).

4.3.4 Depósitos Glaciofluviales Glaciación Santa María (Plgf2)

Esta unidad se ubica al este de las localidades de Fresia y Tegualda, emplazados por sobre todos los depósitos Cuaternarios más antiguos (Clayton *et al., in* SERNAGEOMIN, 1998). Hacia el sur, han sido profundamente disectados por canales, presumiblemente, contemporáneos a la Glaciación Llanquihue, como se observa en los ríos Oyarzun, Pudeche y Ostiones (Antinao *et al., in* SERNAGEOMIN, 1998).

Estos depósitos al norte de la ciudad de Los Muermos y hacia el oeste de las morrenas de la Glaciación Santa María conforman una extensa planicie, y hacia el sur de la ciudad, pequeñas llanuras. Presentan una red de drenaje independiente de los ríos que tienen su fuente en las morrenas y planicies glaciofluviales de la glaciación Llanquihue. A su vez, conforman una antigua superficie que es concordante con las morrenas de la glaciación

Santa María, representando etapas depositacionales generadas por antiguas corrientes de desagüe de la glaciación (Clayton *et al., in* SERNAGEOMIN, 1998).

Se caracterizan por exposiciones de hasta 15 m de gravas y arenas, de buena a moderada selección, con evidencia de oxidación lo que les otorga una tonalidad amarillo – anaranjada. Los clastos presentan buen redondeamiento insertos en una matriz arenosa. Sus gravas presentan estratificación plana – horizontal, canales cruzados granodecreciente y, generalmente, interestratificadas con facies de canales y lentes de gravas medias a finas y arenas, que manifiestan estratificación plana – horizontal y cruzada (Clayton *et al., in* SERNAGEOMIN, 1998).

En algunos lugares, donde las gravas representan una parte importante del depósito, se forman facies clastosoportada moderadas a mal seleccionadas y estratificadas. Las arenas del depósito fluvioglacial, en algunos lugares, conforman un espesor máximo de 5 m, como en la planicie cerca de Los Encinos (Clayton *et al., in* SERNAGEOMIN, 1998).

Estos depósitos presentan una meteorización restringida y limitada a los horizontes superiores, generalmente oxidada y cementada, con 3 m de profundidad, con presencia de óxidos de manganeso en la matriz en la superficie de algunos clastos.

La edad de estos depósitos no está bien restringida. Generalmente, se encuentran cubiertos por un espesor de 1 a 3 m de suelo, en el que se pueden observar depósitos de varios eventos piroclásticos. Por la similitud de la alteración con la de los depósitos de *till* y las relaciones de contacto con las morrenas de la Glaciación Santa María, se le asigna a esta unidad el mismo lapso de tiempo que la de los depósitos morrénicos de la Glaciación Santa María (Porter, 1981).

4.3.5 Depósitos Glaciolacustres Glaciación Santa María (Plgl2)

Estos sedimentos, correspondientes a la Glaciación Santa María, conforman una terraza de aproximadamente de 1 km de ancho y 3,5 km de largo por el valle del río Oscuro, en las cercanías de Paraguay Chico. Los afloramientos del depósito, muestran 3 m de limos, arcillas y arenas finas con desarrollo de suelo de hasta 1 m de espesor. Se caracterizan por estratificación laminada fina entre 1 – 7 mm de potencia, estratos de limos masivos y en lugares estructuras de deformación por pérdida de agua (Clayton y Antinao *in* SERNAGEOMIN, 1998).

Debido a su ubicación, se sugiere que fueron depositados cuando el desagüe del río Oscuro fue bloqueado por un avance dentro de la Glaciación Santa María, lo que apunta a que representan una sedimentación de origen lacustre, más posiblemente glaciolacustre. Es por esto que a esta unidad se mapea y se asigna la misma edad que la glaciación Santa María (Clayton *et al*., 1998).

4.3.6 Depósitos Morrenicos Glaciación Rio Llico (Plm3)

Se encuentran ubicados en la parte noreste de la Región de Los Lagos. Caracterizados por ser un cordón casi continuo de dirección Noreste – Sureste y, hacia la zona más septentrional, generalmente se confunden con los depósitos de la Glaciación Tegualda.

Se observan en localidad de Colegual, donde aparecen bajo depósitos de *till* de la Glaciación Santa María, aunque probablemente esta morfología sea responsabilidad exclusiva de los depósitos de la Glaciación Río Llico (Clayton y Antinao *in* SERNAGEOMIN, 1998). En el área de estudio se observan en la zona de las cabeceras de los ríos Paloma y Quenuir.

Se caracterizan por ser depósitos mal seleccionados, mal estratificados, matriz soportados, compuestos de gravas en una matriz de limo – arcillosa. Los clastos, presentan un dominio de litologías basálticas y andesíticas, con coloraciones rojizas, anaranjadas y amarillentas producto de la alteración meteórica y oxidación de sus minerales ferromagnesianos. Los depósitos son compactos y duros, difíciles de disgregar y sus clastos, son mayormente, muy friables, con cáscaras de alteración de 3 a 6 mm de espesor que se desprenden sucesivamente. Presentan núcleos remanentes de clastos de menor tamaño. Alrededor del 30% de sus los clastos son blandos, llegando a ser cortados por un cuchillo (Clayton y Antinao *in* SERNAGEOMIN, 1998) y solo alrededor del 10%, presenta una meteorización moderada.

Es notable que las morrenas asignadas a la Glaciación Santa María (Plm2), en su mayoría tienen un núcleo de depósitos Glaciales de Glaciación Rio Llico (Plm3) los que son cubiertos por una capa de 1 a 2 m de depósitos glaciales de la glaciación más joven. Además, de que en algunos afloramientos se observan horizontes de depósitos piroclásticos que separan a estas dos unidades. Sin mayor apoyo de dataciones radiométricas Clayton *et al*. (*in* SERNAGEOMIN, 1998) asigna una edad Pleistoceno Medio, basándose solo en la

comparación de la meteorización de la matriz y clastos con la de la glaciación Río Llico correlacionadas con EIOM 12 – 12 (Clayton *et al., in* SERNAGEOMIN, 1998).

4.3.7 Depósitos Morrénicos Glaciación Tegualda (Plm4)

Duhart *et al*. (*in* SERNAGEOMIN, 1998), asigna a los depósitos que afloran, exclusivamente, en la subcuenca del Quenuir por sobre la cota de 200 a 350 m s.n.m.

Se caracterizan por ser depósitos mal seleccionados y mal estratificados, lo que le permite ser identificados como depósitos glaciares (Duhart *et al., in* SERNAGEOMIN, 1998). Presentan una matriz muy alterada de color pardo a gris. Sus clastos son de tamaño grava a bolones, subangulosos a subredondeados, con una meteorización intensa, la mayoría blandos y con cascaras de alteración de 6 a 8 mm (Duhart *et al., in* SERNAGEOMIN, 1998).

Por las características de meteorización, hacen que este sea claramente asignable a la Glaciación Tegualda (Duhart *et al., in* SERNAGEOMIN, 1999). Correlacionables, de un modo tentativo, a las etapas 14 – 16 para los Isotopos de Oxigeno Marino (Clayton *et al., in* SERNAGEOMIN*,* 1998), es decir de edad al menos Pleistoceno Medio (Duhart *et al., in* SERNAGEOMIN, 1998).

4.3.8 Diamícticos Antiguos Indiferenciados (Pldi)

Estos depósitos se ubican en el área alta del valle de Quenuir y en la zona más meridional de la Cordillera de Zarao. En un plateau por sobre 300 m s.n.m., sin morfología propia (Antinao y Clayton *in* SERNAGEOMIN, 1998).

El depósito está compuesto por un diamicto masivo matriz soportado, sin estratificación, pero con presencia de lentes de gravas (Clayton y Antinao *in* SERNAGEOMIN, 1998). Los clastos son gravas finas y gruesas, con mala selección, subredondeadas a bien redondeadas, en una matriz fina limo – arcillosa. Los clastos presentan una dominante composición intrusiva y volcánica, con proveniencia posible de la Cordillera Principal, además de exhibir en sus facetas estrías glaciares, y en menor porcentaje, clastos metamórficos, con cascaras de meteorización (Clayton y Antinao, *in* SERNAGEOMIN 1998). Se interpretan como depósitos de *till*, por sus características de diamictos mal seleccionado, matriz soportado y el origen de sus clastos sumado a la presencia de las estrías

4.4 PLIOCENO.

4.4.1 Formación Caleta Godoy (Plicg)

Esta unidad sedimentaria presenta una compleja interdigitación, con facies continentales, paralicas y marinas, que sugieren un sistema depositacional del tipo fluvio – estuarino progradante (Antinao *et al., in* SERNAGEOMIN 1998). Es descrita inicialmente por Valenzuela (1982) en el sector de Quillagua, Punta Huron y Punta Godoy. Los afloramientos se exponen a lo largo de la costa, en una franja discontinua entre Llico Bajo y hasta el norte de la Isla de Chiloé.

En la Cuenca del río Maullín solo afloran en superficie, exclusivamente, en la costa norte de la desembocadura, específicamente, en las localidades Punta Godoy, Chauchan y las Trancas, con una extensión aproximada de 5 km. También es descrita por Elgueta *et al.* (2000) en los Pozos ENAP Los Muermos-1, Los Muermos-2 y en este trabajo, inicialmente, en Los Muermos-3, Cañitas-1 y Paraguay-1 (Pozos ENAP en ANEXOS)

En los alfloramientos de isla Doña Sebastiana y del Morro Amortajado, fuera del área de estudio, presentan estratos horizontales, los que se disponen en inconformidad con el Complejo Metamórfico Bahía Manza o alternadamente en discordancia angular y de erosión a los Estratos de Parga (Valenzuela, 1982 *in* Elgueta *et al.,* 2000).

Las litologías más comunes en los acantilados costeros, consisten en conglomerados clasto a matriz soportados de rocas volcánicas y cuarzo, con menor cantidad de rocas metamórficas e ígneas; tobas arenosas y areniscas con flora fósil carbonizada (hojas, tallos y troncos); y areniscas con uno o más mantos lenticulares de carbón que alcanzan hasta 50 cm de espesor, pero que generalmente, no tiene más de una decena de metros de extensión (Antinao *et al., in* SERNAGEOMIN, 1998). En el sector norte del Morro Amortajado afloran areniscas ricas en fauna fósil, relativamente bien preservada, donde aún se aprecia la composición calcárea de los esqueletos. Particularmente, en el sector sur de esta última franja, es frecuente encontrarla expuesta en los acantilados costeros con secuencias de 50 – 100 m de espesor de areniscas y conglomerados con estratos horizontales o ligeramente inclinados, afectados localmente por fallas normales de alto ángulo y de poco desplazamiento (Duhart, 1999).

Valenzuela (1982, *in* Elgueta *et al.* 2000) al definir la Formación Caleta Godoy incluye a la Formación Zarao (Flores, 1986 *in* Duhart, 1999). Este último autor considera a esta formación miocena, al igual que Valenzuela (1982), pero por las relaciones estratigráficas establecidas por Antinao *et al.* (*In* SERNAGEOMIN 1998) se modifica a una edad pliocena, en específico, por los estratos horizontales que cubren a estratos plegados miocenos de la Formación Santo Domingo, que marcan la discordancia angular y de erosión que se generó durante la inversión de la cuenca marina, fase orogénica del límite Mioceno Superior – Plioceno Inferior (Antinao *et al.,* 1998).

4.4.2 Rocas sedimentarias y volcano continentales (Plisvc)

Observadas por el Elgueta *et al.* (2000) en el pozos ENAP Puerto Montt-1, Los Muermos-2, Colegual-1 y Los Muermos-1 y trazadas, por líneas sísmicas, en las subcuencas de Puerto Montt – Reloncaví y Los Muermos. (Anexo B)

Elgueta *et al.* (2000) las describe en el pozo de ENAP Puerto Montt-1 (Figura 4.1), ubicándolas en la parte alta del paquete terciario, como una unidad sedimentaria continental de 950 m de espesor de edad pliocena.

Está compuesta por areniscas, fangolitas y fangolitas carbonosas, con restos de plantas fósiles, mantos delgados de carbón y algunos escasos horizontes de tobas (Elgueta *et al.,* 2000). Las areniscas son de grano fino a grueso y presentan fragmentos de cuarzo, feldespato y fragmentos líticos de rocas volcánicas silíceas, andesítico – basálticas y tobáceas, con zonas de guijarros de similar composición. Hacia el techo se ubican areniscas de grano media a grueso, con horizontes conglomeradicos e intercalaciones arcillolitas, que se interpretan como facies de ambiente fluviolacustre (Elgueta *et al.,* 2000).

Mediante las relaciones estratigráficas se determina que este paquete de rocas tiene una edad Pliocena (Elgueta *et al.*, 2000)

4.5 OLIGOCENO SUPERIOR – MIOCENO SUPERIOR

4.5.1 Formación Santo Domingo (Msd)

Corresponde a una secuencia sedimentaria marina con asociaciones laterales de facies parálico – continental (Elgueta *et al.,* 2000). Descrita por primera vez por Martínez y Pino (1979, *in* Elgueta *et al.* 2000) en Valdivia.

Esta formación comienza a aflorar en superficie desde la latitud 40° hacia el Sur, en una franja norte – sur, adosada a la Cordillera de La Costa. En la zona de estudio ha sido identificada en subsuperficie por Elgueta *et al.,* (2000) en los pozos ENAP Los Muermos-1 y Los Muermos-2 (Anexo B)

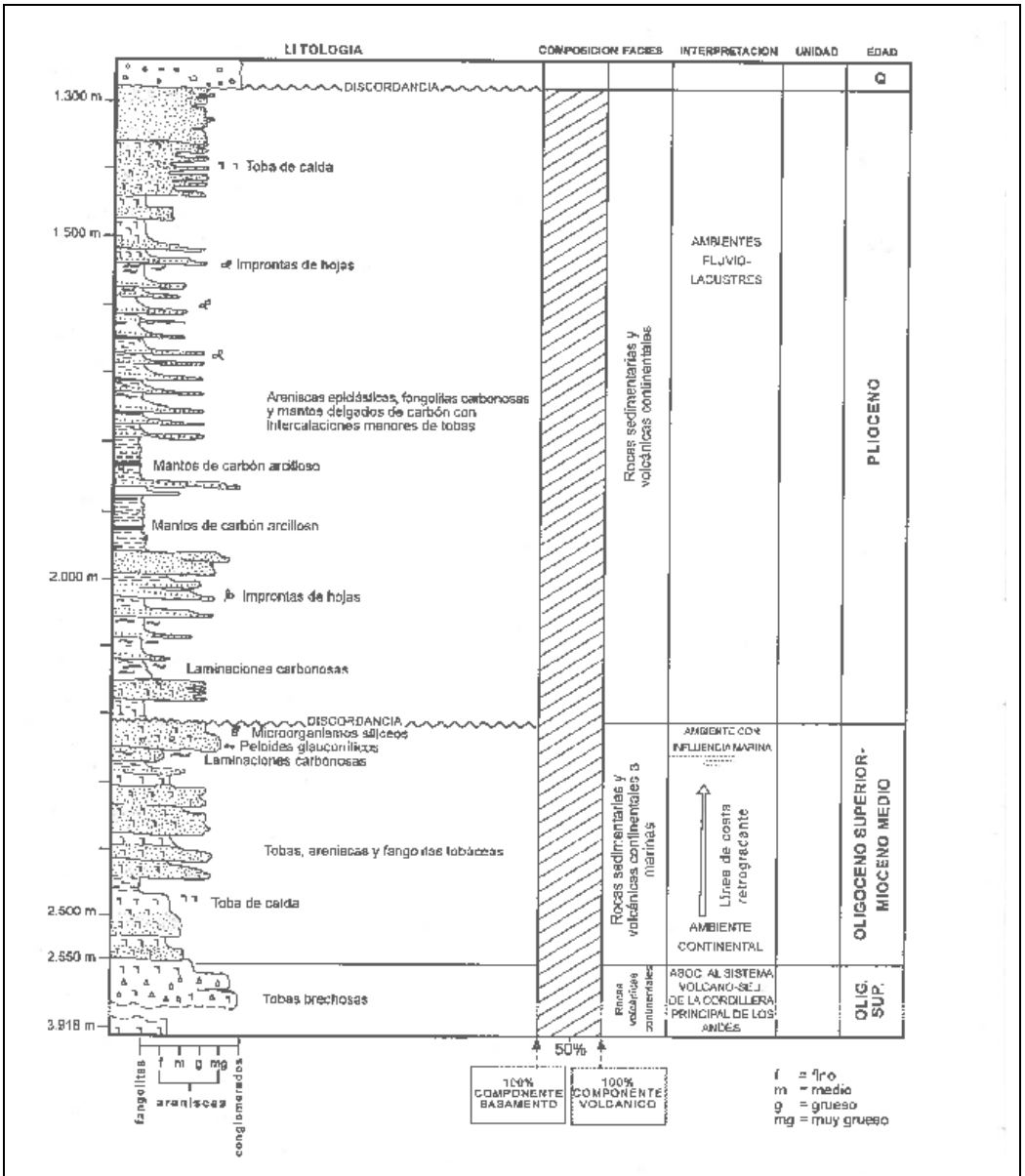


Figura 4.1: Secuencia estratigráfica de la Subcuenca Puerto Montt – Reloncaví construida a partir del Pozo Puerto Montt-1 (Elgueta *et al.*, 2000)

Estratigráficamente la Formación Santo Domingo sobreyace en inconformidad sobre las rocas metamórficas paleozoicas del complejo Bahía Mansa (Elgueta *et al*., 2000). También se superpone a la Formación Chuequemó y a los Estratos de Pupunahue (Elgueta *et al.,* 2000), aunque no está claro si el contacto con esa unidad es gradacional o si existe una discontinuidad, como se sugiere por la transición abrupta de una sucesión de mantos de carbón sin presencia fosilífera a sucesión limosa, rica en fósiles que es posible observar en los pozos perforados en zona minera de Catamutún al sureste de Valdivia (Alfaro *et al*., 1990, *in* Encinas, 2008); a su vez, se encuentra cubierta, en discordancia, por depósitos Pliocenos y cuaternarios (Elgueta *et al.,* 2000).

Los espesores máximos que alcanzan en superficie, corresponden a 110 m en la localidad de La Cuesta Santo Domingo, considerando esto como el mínimo, debido a que no existe afloramiento, en el cual se observen la sección completa (Encinas, 2008) y en subsuperficie Elgueta *et al*. (2000), determinan espesores mayores de 1.500 m.

La unidad consiste en una sucesión de brechas de esquistos y arenisca (Encinas, 2008). Sobreyace a la brecha basal, una sucesión de areniscas limosas gris oscuro, las que constituyen las facies más características de la unidad, y en menor cantidad areniscas y brechas (Encinas, 2008). La formación se caracteriza por presentar abundante material fosilífero con cerca de 30 macrofósiles y 50 microfósiles (Elgueta *et al*., 2000), descritas por d´Orbigny (1847), Philippi (1887), Illies (1970) y Chirino – Gálvez (1985) en la Cuenca Valdivia. Hacia el sur, en la Cuenca Osorno – Llanquihue y en facies similares a las de la Cuenca Valdivia, Covacevich et al. (1992) mencionan la presencia de *Struthiolarella chilensis* (Phillipi), *Turritella* cf. *Breantiana* (d´Orbigny), *Ostrea* (Crassostrea) sp., *Crepidula* sp., *Opalia* sp. Entre otros fósiles, los que permiten atribuir una edad miocena. Elgueta *et al*. (2000) realiza un muestreo estratigráfico, a partir de dos sondajes perforados en el sector de Catamutún y en muestras de afloramientos de la Cuenca Osorno – Llanquihue, identificando en la parte inferior de la secuencia, la presencia fosilífera de *Catapsydrax dissimilisi* y *Cataosydrz* cf. *unicavus*, que les permitió identificar el Mioceno Inferior (Burdialiano) y en niveles más elevados se identificó ejemplares de *Globigerina bulloides* d´Orbigny y *Siphogenerina transversa* Cushman, del Mioceno Medio (Serravalliano). Lo que posibilito limitar esta unidad al Mioceno inferior – Mioceno Medio.

La formación se puede correlacionar, hacia el norte, con la Formación Cholchol de la Cuenca de Temuco (García, 1968; Elgueta y Rubio, 1989 *in* Elgueta, 2000) y las secuencias

Mioceno – Plioceno Temprano de la Formación Navidad, Ranquil y Lacui, expuestas en las áreas de Navidad, Arauco, y Chiloé respectivamente (Finger *et al.*, 2007 *in* Encinas, 2008). Por ende se le atribuye una edad probable Mioceno Tardío, aunque no se descarta un rango de edad más amplio (Encinas, 2008).

4.5.2 Rocas sedimentarias y piroclásticas continentales a marinas (OlMspcm)

Elgueta *et al.* (2000) las identifica en el pozo ENAP Puerto Montt – 1 (Figura 4.1), sobreyaciendo a la secuencia de rocas volcánicas continentales y bajo el paquete de rocas sedimentarias y volcánicas continentales.

Presenta un espesor de 310 m y está compuesta por areniscas tobáceas de grano medio a grueso y tobas, que hacia el techo (últimos 100 m), incluyen fangolitas carbonosas y areniscas glauconiticas con escasos restos de microorganismos cilíndricos (¿algas?) (Elgueta *et al.,* 2000). Esta asociación de facies representa la única evidencia de una posible incursión marina en la Subcuenca Puerto Montt – Reloncaví.

Elgueta *et al.* (2000) debido a su ubicación estratigráfica les acota una edad Oligoceno Superior – Mioceno Medio.

4.5.3 Granitoides del Batolito Norpatagónico (OlMbp)

Esta unidad corresponde a cuerpos de rocas plutónicas que forman parte del basamento de los volcanes Osorno y Calbuco. En el área de estudio aflora, al pie occidental del volcán Osorno (principalmente expuestos en la sierra Santo Domingo), en el sector NW del cráter del volcán Calbuco (cerros Pichijuan y El Cabrito) y al Sur del río Blanco. La litología de la unidad corresponde a tonalitas, dioritas y granodioritas con gabros y dioritas subordinadas (Munizaga *et al.*, 1988, *in* Moreno *et al.*, 2010). Dataciones radiométricas de K-Ar en biotita y de trazas de fisión en apatitos y circones indican, para esta unidad, un rango de edad comprendido entre 25 y 12 Ma (Moreno *et al.*, 2010; Sellés y Moreno, 2011).

4.5.4 Formación Chuequemó (OlMc)

Corresponde a una unidad sedimentaria, continental – parálica, expuesta en la mitad meridional de la Cuenca Osorno – Llanquihue. Descrita inicialmente por Fenner y Sylvestre (1936, *in* Elgueta *et al.* 2000) y redefinida por García (1968 *in* Elgueta *et al.* 2000) como

Formación Chuequemó, en la localidad homónima, en el curso medio del rio Riachuelo (Elgueta *et al.,* 2000).

Los afloramientos más extensos, se encuentran en el borde suroccidental de la Cuenca Osorno – Llanquihue, adosados a las rocas del basamento metamórfico. En la zona de estudio se observan en superficie cerca de las del río Chopico, con afloramientos de pequeñas dimensiones. También han sido descritas en subsuperficie por Elgueta *et al.* (2000) en el pozo ENAP Los Muermos-1 y Los Muermos-2 con espesores de 150 m aproximados (Anexo B) y en este estudio, han sido correlacionados inicialmente, en el pozo ENAP Cañitas-1 con similar espesor (Anexo B).

Esta unidad se caracteriza por presentar estratos horizontales o con inclinaciones del orden de 25° en variadas direcciones (Elgueta *et al.,* 2000). Si bien la potencia en el sector no supera la centena de metros, hacia el centro en subsuperficie alcanza los 1.200 m (Elgueta *et al.,* 2000). Mediante análisis de superficie y subsuperficie, Clayton y Antinao (*in* SERNAGEOMIN, 1998) determinan sus relaciones estratigráficas, sobreyace directamente y en inconformidad sobre el basamento metamórfico, generando a su vez, zonas de hemigraben cercanas a los fallamientos inversos y normales, que afectan al basamento, lo que deriva en la variabilidad de su espesor, a la vez que infrayace a la Formación Santo Domingo (Elgueta *et al.,* 2000).

La unidad consiste en una secuencia grano decreciente de conglomerados hacia la base, que grada a areniscas de grano grueso a fino y fangolitas cuarzo – micáceas con intercalaciones discontinuas de fangolitas tobáceas y tobas de grano fino, en el techo, y contiene mantos de carbón de interés económico (Elgueta *et al.,* 2000). Localmente, la sucesión contiene abundantes improntas de hojas y, junto con improntas de vegetales carbonizados, incluye horizontes con macrofauna invertebrada, entre los cuales Flores (1976, *in* Elgueta *et al.,* 2000) menciona la presencia de Mytilus sp., Cardium sp. y Turritella sp., lo que sugiere una edad mínima miocena inferior (Elgueta *et al.,* 2000).

Troncoso y Barrera (1980, *in* Elgueta *et al.,* 2000) mediante el estudio de palinoflora de la parte superior de la secuencia en el pozo ENAP Rio Blanco-1 (fuera de área de estudio), le asignan una edad máxima eoceno. Sin embargo, por similitud litológica y relaciones estratigráficas, más la presencia de horizontes tobáceos intercalados, permiten sugerir que la depositación fue contemporánea a la de los Estratos Pupunahue y con la actividad del

Cinturón Magmático del Terciario Medio de la Costa, por lo tanto, es posible acotar su edad a Oligoceno Superior – Mioceno Inferior (Elgueta *et al.,* 2000) y siendo correlacionable al sur, en parte, con la Formación Parga y la Formación Lacui (Encinas, 2008).

4.5.5 Formación Parga (OlMp)

Corresponde a una sucesión parálica - marina descrita por Flores (1976, *in* Elgueta *et al.,* 2000) en el sector de Caleta Parga, en el extremo nororiental de la Cuenca de Chiloé. Con una dirección NW – SE a lo a largo de 1.5 km de playa y con inclinaciones de hasta 20° (Alfaro y Cisterna, 1991). La unidad cubre el basamento metamórfico en discordancia angular y de erosión, e infrayace con igual relación, a sedimentitas pliocenas y/o depósitos cuaternarios (Elgueta *et al.,* 2000).

En el área de estudio Elgueta *et al.* (2000) la describe en los pozos ENAP Carrion-1 (Figura 4.2) y correlacionada en el trabajo con el pozo ENAP Maullin-1 (Anexo B), ubicándose en la Cuenca Terciaria de Chiloé.

Se caracteriza por sobreyacer tanto al basamento metamórfico en inconformidad, como a los depósitos pliocenos y cuaternarios en discordancia angular y de erosión (Elgueta *et al*., 2000).

La unidad está compuesta por conglomerados de grano fino a medio, areniscas, areniscas arcillosas, fangolitas, fangolitas tobáceas, tobas finas y de lapilli pumiceos, y mantos de carbón de poco espesor e intercalaciones de horizontes coquineos (Flores, 1976, *in* Elgueta *et al.,* 2000). Elgueta (2000) describe espesores del orden de los 750 m en los pozos ENAP Maullin-1 (Figura 4.2) y Carrion-1 (Anexo B), ubicados en la Bahía de Maullín.

Con respecto a su edad, Alfaro y Cisternas (1991, *in* Elgueta *et al.,* 2000) señalan que los estratos de la Formación Parga estarían instruidos por traquitas porfídicas, relacionadas con el Cinturón Magmático del Terciario Medio de la Costa (Ser *et al*., 2000; Muñoz *et al*., 2000, *in* Elgueta *et al.,* 2000). Torres *et al*. (2000, *in* Elgueta *et al.,* 2000) por estudios de palinoflora en los niveles carbonosos y, sobre la base de la presencia de la asociación *Araucana – Nothofaus – Podocarpus*, que compararon con otras tafofloras del sur de Chile (Cura – Mallín, Pupunahue y Catamutún) concluyeron que su edad sería oligocena – miocena. Elgueta *et al*. (2000) por presencia de fauna marina en secuencia del pozo Carrión-1 restringe la edad mínima al Mioceno Medio.

La Formación Parga se correlaciona hacia el sur, en parte, con la formación Lacui (Mioceno Inferior a Medio), definida por Valenzuela (1982 *in* Elgueta *et al.,* 2000) en la península homónima, en el extremo noroccidental de la Isla Grande de Chiloé, y hacia el norte con la Formación Cheuquemó y la Formación Santo Domingo de la Cuenca Osorno – Llanquihue.

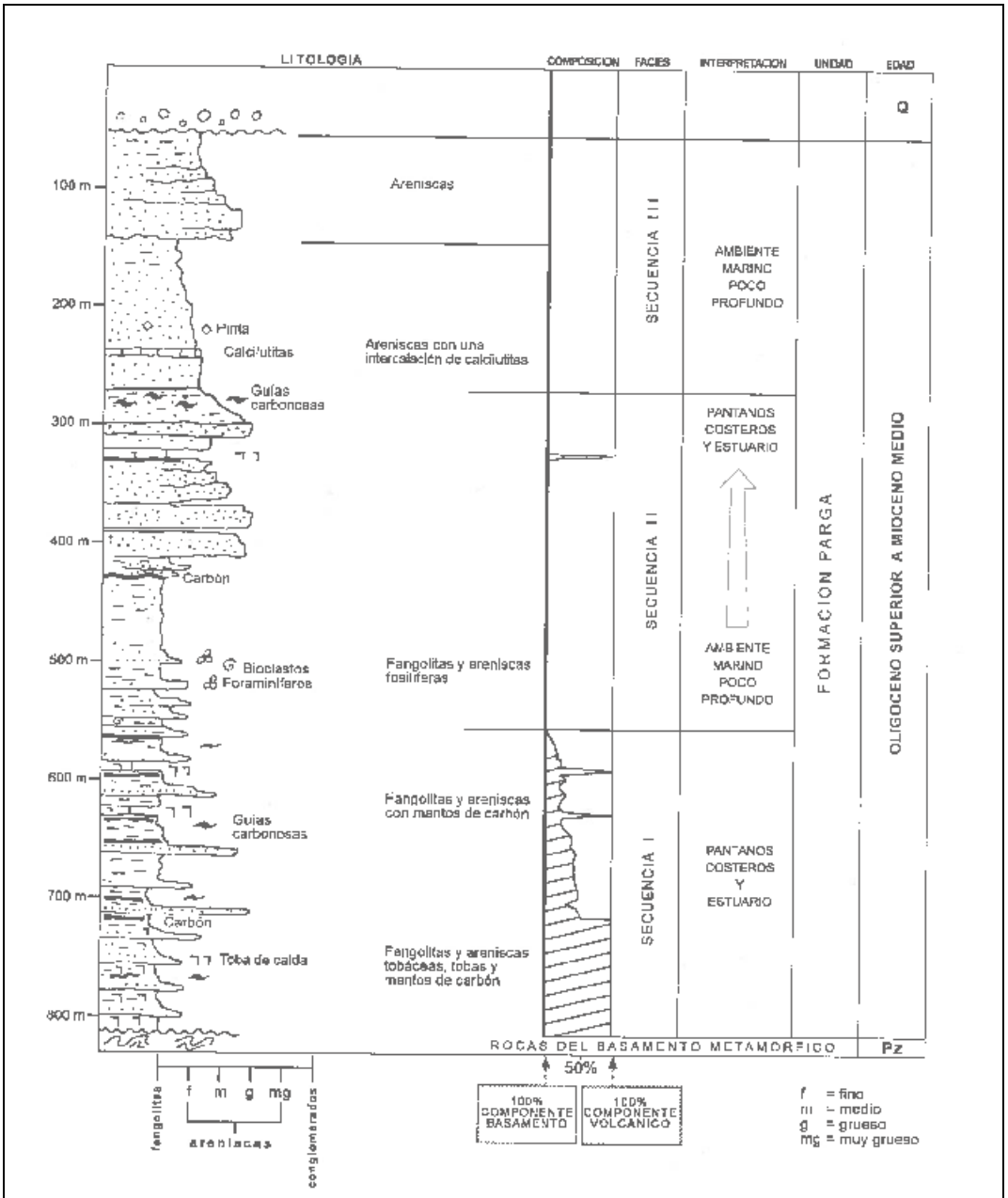


Figura 4.2: Secuencia estratigráfica de la Cuenca de Chiloé construida a partir del pozo Carrion-1 (Elgueta *et al.*, 2000)

4.5.6 Rocas volcánicas continentales (Olvc)

Elgueta *et al.* (2000) define esta unidad de 1.450m espesor observados, como tobas brechosas, con clastos de lavas silíceas y andesíticas de algunos centímetros de diámetro. Elgueta *et al*. (2000) debido a que el pozo donde se realizó la columna estratigráfica, ENAP Pto. Montt-1 (Figura 4.1), no alcanza a cortar al basamento, estima mediante geofísica, gravimetría y perfiles sísmicos de ENAP (como se verá en apartado 5), que este debería estar a una profundidad de al menos 5.800 m, determinando que el espesor de la unidad pliocena tiene 3.000 m o más. Estudios posteriores de SERNAGEOMIN, determinan mediante gravimetría que la profundidad del basamento metamórfico en el sector de Puerto Montt, se encuentra a 4.400 m aproximadamente (Morales, 2014). Por lo tanto, su espesor real más preciso, sería de 1.850 m aproximadamente.

Este paquete de rocas está compuesto por tobas, las que adquieren una textura porfídica debido a las concentraciones de cuarzo y feldespato. Junto a éstas, se encuentran algunas intercalaciones de lavas y horizontes de lapilli pumiceos (Elgueta *et al.,* 2000).

Elgueta *et al*. (2000), reconoce a esta paquete de rocas como las más antiguas de la Subcuenca Osorno – Reloncaví. Interpretándolas con un origen volcánico, posiblemente de la Cordillera Principal. Debido a que no hay datos cronológicos de la unidad, Elgueta *et al.* (2000) sugiere mediante su ubicación estratigráfica una edad Oligoceno Superior.

4.6 PALEOZOICO (O MÁS ANTIGUO) – TRIÁSICO

4.6.1 Complejo metamórfico Bahía Mansa (PzTrbm)

Las rocas metamórficas expuestas en esta latitud de la Cordillera de La Costa, se incluyen dentro de la denominada Serie Occidental del Basamento Metamórfico (Aguirre *et al.,* 1972).

Este complejo metamórfico se compone de distintos tipos de rocas y, en casos, con emplazamientos tectónicos, sin estratigrafía definida y sus relaciones estratigráficas iniciales completamente obliteradas. Por esto que Duhart (1999) las agrupa en lo que denomina Complejo Metamórfico Bahía Mansa.

Afloran en superficie en el límite noroccidental de la subcuenca del río Quenuir, en la zona de su naciente. Nombrabas como la subunidad Metabasitas de Estaquilla (Duhart, 1999). Hacia la depresión intermedia se ubica en subsuperficie, siendo descrita en la mayoría de

los pozos de ENAP (Anexo B), a excepción de Pto. Montt-1 (Figura 4.1). Es catalogada como el basamento cristalino y estratigráficamente se instala bajo las unidades Cenozoicas en inconformidad. Las profundidades de emplazamiento, han sido estimadas mediante estudios geofísicos y son muy variables, debido a que se encuentran influenciadas por estructuras tipo horst y graven, las que forman depocentros, observados en la zona como Subcuenca Los Muermos y Puerto Montt – Reloncaví (como se verá en apartado 5) y altos topográficos (Alto Los Muermos, en estudio, como se verá en apartado 5) que van desde los 350 m a 4800 m profundidad *in crecendo* hacia el sur, donde se ubica la Subcuenca de Puerto Montt – Reloncaví (como se verá en apartado 5)

Las litologías de este complejo consisten, regionalmente, en esquistos pelíticos a semipeliticos con menor cantidad de metarenisca, intercalaciones tectónicas de esquistos máficos de características geoquímicas semejantes a las de dorsales oceánicas normales (Díaz *et al*., 1988, Crignola *et al*., 1997, *in* Duhart, 1999) y escasos cuerpos ígneos máficos y ultramáficos tectónicamente emplazados (Godoy y Kato, 1990, *in* Duhart, 1999).

El metamorfismo y deformación que afecta al Complejo Metamórfico Bahía Mansa, corresponde mayoritariamente a las facies esquistos verdes, la cual produce fabricas tectónicas penetrativas sobreimpuestas en una facie relicta de esquistos verdes transicional a anfibolita y/o esquitos azules (Duhart *et al*., *in* SERNAGEOMIN, 1998). Duhart (1998) determina que las edades de deformación, mediante el sistema K – Ar y Rb – Sr, se inician durante el Mississippiano y acaban durante el Triásico tardío. La edad del protolito deben ser aún más antiguas que al edad de deformación y metamorfismo (Duhart *et al*., SERNAGEOMIN, 1998). Duhart *et al*. (1997, *in* SERNAGEOMIN, 1997) mediante nuevas edades $^{207}Pb/^{206}Pb$ concordantes en circones detríticos de metareniscas, define edades máximas para la depositación de 275 Ma en el sector de Pucatrihue, el área de Bahía Mansa (Duhart *et al*., 1999).

Mediante la asociación de protolito pelítico, semipelítico y semiarenoso, se señala una fuente proximal de sedimentos continentales (Duhart, 1999). Por otra parte, la relación de estas rocas con los esquistos máficos de afinidad de fondo oceánico y, la presencia de escasas anfibolitas azules, sugieren un complejo de acreción – subducción para el Complejo Metamórfico Bahía Mansa (Duhart, 1999).

5 GEOFÍSICA

La información geofísica recolectada para su análisis en el proyecto de la Cuenca del río Maullín consta principalmente de sísmica y gravimetría de ENAP y la generada para este estudio por SERNAGEOMIN. La Tabla 5.1, indica los trabajos utilizados para el proyecto.

Tabla 5.1. Estudio Geofísicos recopilados

Estudio	Autor	Año	Tipo de información
Archivo técnico ENAP: Planos isobáticos de la Cuenca Osorno-Llanquihue	ENAP	1984	Gravimétrica
La interpretación sísmica y el desarrollo tectónica de la Cuenca Osorno – Llanquihue, X° Región, Chile: Una cuenca asimétrica	McDonough *et al.*	1998	Sísmica de reflexión
Gravimetría y Modelación de las cuencas Hidrográficas de los ríos Maullín y Bueno	Sernageomin	2014	Gravimétrica

La información adquirida mediante estos métodos ha sido de suma importancia, ya que, al ser contrastada con la información geológica, entrega una mejor definición de los límites del relleno glaciar cuaternario, de las unidades estratificadas terciarias, de la profundidad del basamento y de las estructuras en profundidad. Todo esto para ser integrado con la información geológica, hidrogeológica e hidroquímica adquirida en el proyecto, con el objetivo de definir y caracterizar las unidades hidrogeológicas de mejor manera.

5.1 ESTUDIOS GEOFÍSICOS

A continuación se detallan los trabajos geofísicos revisados y sus aplicaciones en la geología del área de estudio.

5.1.1 Gravimetría de la cuenca Osorno-Llanquihue

Esta información gravimétrica fue adquirida por ENAP durante la década del 80 y, para este estudio, fue digitalizada a partir de las isobatas de los mapas originales de papel y reprocesada en forma digital, para ser representada en el área de estudio en una escala 1:500.000. El proceso de digitalización y validación de la información consideró la digitalización de todas las isobatas, de los diferentes mapas, para evitar una sobreimposición y desconexión entre los datos. Generado esto, se compuso un mapa digitalizado a escala 1:500.000, para detectar los errores propios al pasar de un mapa físico

a uno digital como: ángulos de inclinación al digitalizar, diferencia en trazo de curvas isobáticas, entre otros.

Este mapa entrega información de la profundidad del basamento metamórfico y su morfología (Figura 5.1). En esta morfología, se puede apreciar la existencia dos subcuencas, Los Muermos y Puerto Montt-Reloncaví, que componen a la COL, y que están separadas por el Alto de Los Muermos. Ambas subcuencas se encuentran conectadas entre sí por un canal estrecho y que comunica la subcuenca Puerto Montt-Reloncaví, al suroeste, con la subcuenca Los Muermos.

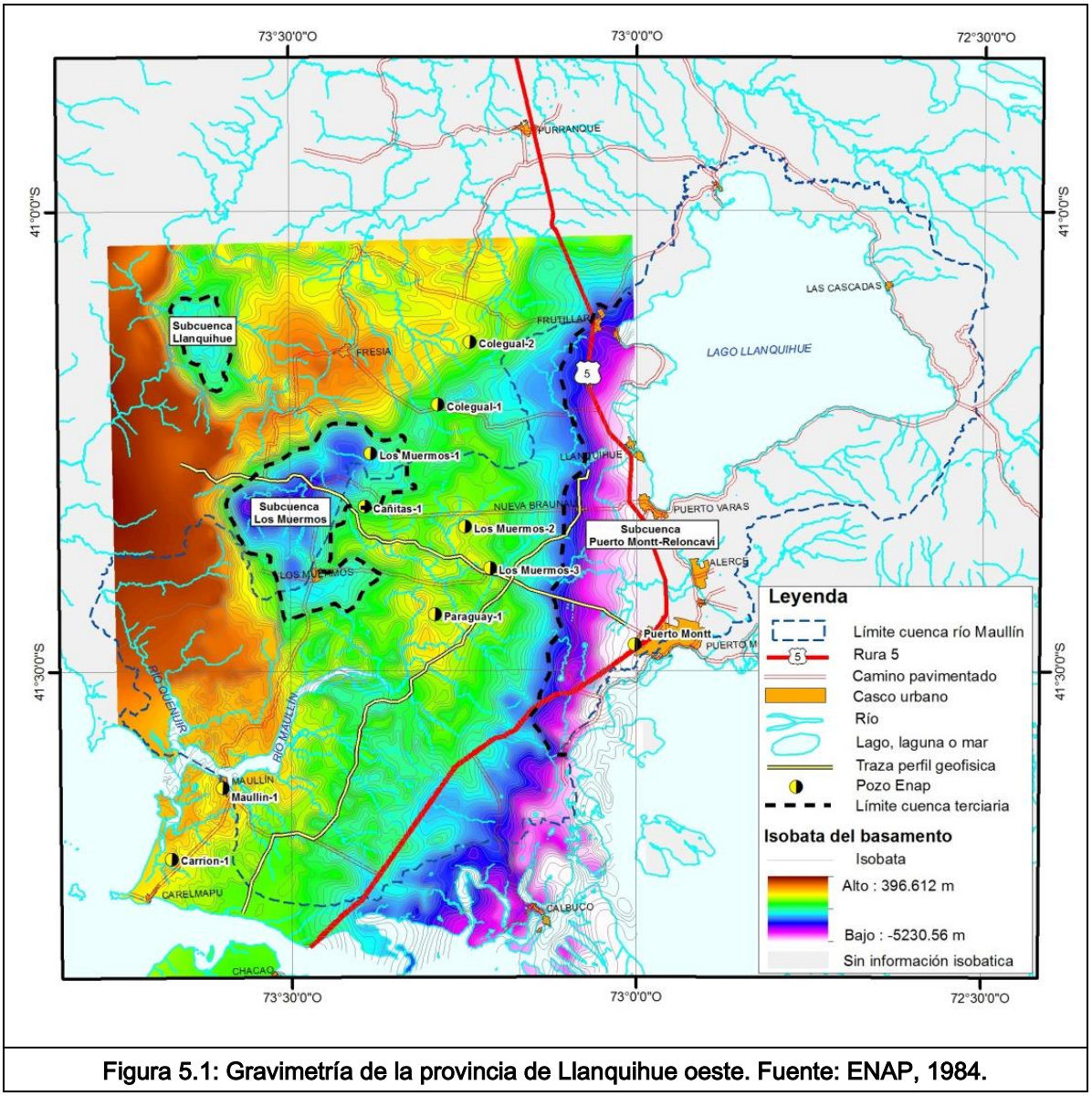


Figura 5.1: Gravimetría de la provincia de Llanquihue oeste. Fuente: ENAP, 1984.

El comportamiento morfológico del basamento indica que esta parte de la cuenca comienza a profundizar, en dirección sureste hacia la subcuenca Puerto Montt – Reloncaví, desde 2.500 m hasta una profundidad de >4.000 m

5.1.2 Sísmica de reflexión en cuenca Osorno-Llanquihue

Sobre la base de 1.000 km de datos sísmicos de reflexión de ENAP, McDonough *et al.* (*in* SERNAGEOMIN, 1998) efectuaron los estudios de subsuperficie en la COL (Figura 5.2). Estas líneas se han realizado durante varios programas de adquisición entre 1960 y 1985. La mayoría de ellas consiste de líneas realizadas con dinamita como la fuente de energía sísmica, con un intervalo de grupo entre 50 y 100 m y un largo de registro entre 3 y 4 s.

McDonough *et al*. (*in* SERNAGEOMIN, 1998) establecen las siguientes conclusiones: los estratos (terciarios y cuaternarios) cubren con menor potencia al basamento de los denominados Altos del Río Negro, el que divide a las subcuencas de Osorno y Llanquihue; los altos de basamento poseen menos relieve estructural en la parte norte de la cuenca, lo cual implicaría que las subcuencas se unen; la estratigrafía presenta un manteo suave hacia el este y profundiza a través de unas fallas de crecimiento, hacia las partes desconocidas de la cuenca, donde los estratos que constituyen la parte superior del relleno de ésta se interdigita con estratos volcánicos del arco andino; no se ha definido el margen oriental de la COL por las investigaciones sísmicas, lo cual sugeriría una cuenca abierta hacia el este y un arco volcánico andino parcialmente inundado por una ingresión marina miocena media.

A partir de datos sísmicos McDonough *et al*. (*in* SERNAGEOMIN, 1998), definen la geometría de las fallas que afectaron y controlaron la apertura y la subsecuente evolución de la COL. Las estructuras importantes de la cuenca que se observan en perfiles sísmicos incluyen: fallas normales de crecimiento que controlaron la ubicación y el desarrollo de los depocentros profundos; fallas de rumbo, transversales y subverticales, localmente con estructuras sísmicas tipo flor y rasgos de onlap indicando desplazamiento sin-depositacional, que controlaron la dirección de deslizamiento durante la apertura de la cuenca; fallas inversas con vergencia hacia el sureste que alzaron el basamento e invirtieron el margen suroccidental de la cuenca.

Folio006919

5.1.3 Gravimetría de las cuencas hidrográficas de los ríos Maullín y Bueno

Morales (2014) para el estudio hidrogeológico de la cuenca del río Maullín, desarrolló un levantamiento gravimétrico en las cercanías de la localidad de Puerto Montt, Puerto Varas y Los Muermos (Figura 5.1). El objetivo de este levantamiento fue complementar la información existente y determinar, preliminarmente las potencias de los depósitos no consolidados, de las rocas sedimentarias terciarias e indicar la profundidad a la cual se encuentra el basamento. Para esto utilizó la gravedad absoluta, proporcionada por IGM, de Puerto Montt (980273.28 mGal), para generar una nueva base gravimétrica en la oficina del SERNAGEOMIN-Puerto Varas. De esto se obtienen 2 perfiles gravimétricos, uno de dirección N-S, que va desde Puerto Montt a Los Muermos, y otro E-W, desde Maullín a la ciudad de Llanquihue (Figura 5.3). La información geofísica obtenida se contrastó con la con la estratigrafía de los pozos perforados por ENAP en la zona.

Posteriormente, durante la realización de este estudio, se generaron modelos de 3 capas, en base al contraste de densidades entre unidades, ubicando más capas solo donde la información estratigráfica posibilitaba (Pozo ENAP Puerto Montt). Las unidades terciarias se agruparon en un solo conjunto, debido a que no presentan entre sí diferencias de densidad relevante, y se obtuvo como resultado que sus espesores varían desde 500 m a 2.000 m y solo existe aumento considerable hacia la zona Puerto Montt, que alcanza hasta 3.000 m. Con respecto al basamento, se puede interpretar que las diferencias de profundidad, expuesta en el modelos gravimétrico de Morales (2014), se encuentran relacionadas directamente con las estructuras extensionales observadas por McDonough (*in* SERNAGEOMIN, 1998), que posibilitaron la apertura de la COL. Los depósitos no consolidados, para lo que se consideró una densidad de 2,4 gr/cc, representan un relleno de 100 m a 3.000 m, siguiendo las diferencias de espesor en función de la morfología del basamento y las unidades terciarias.

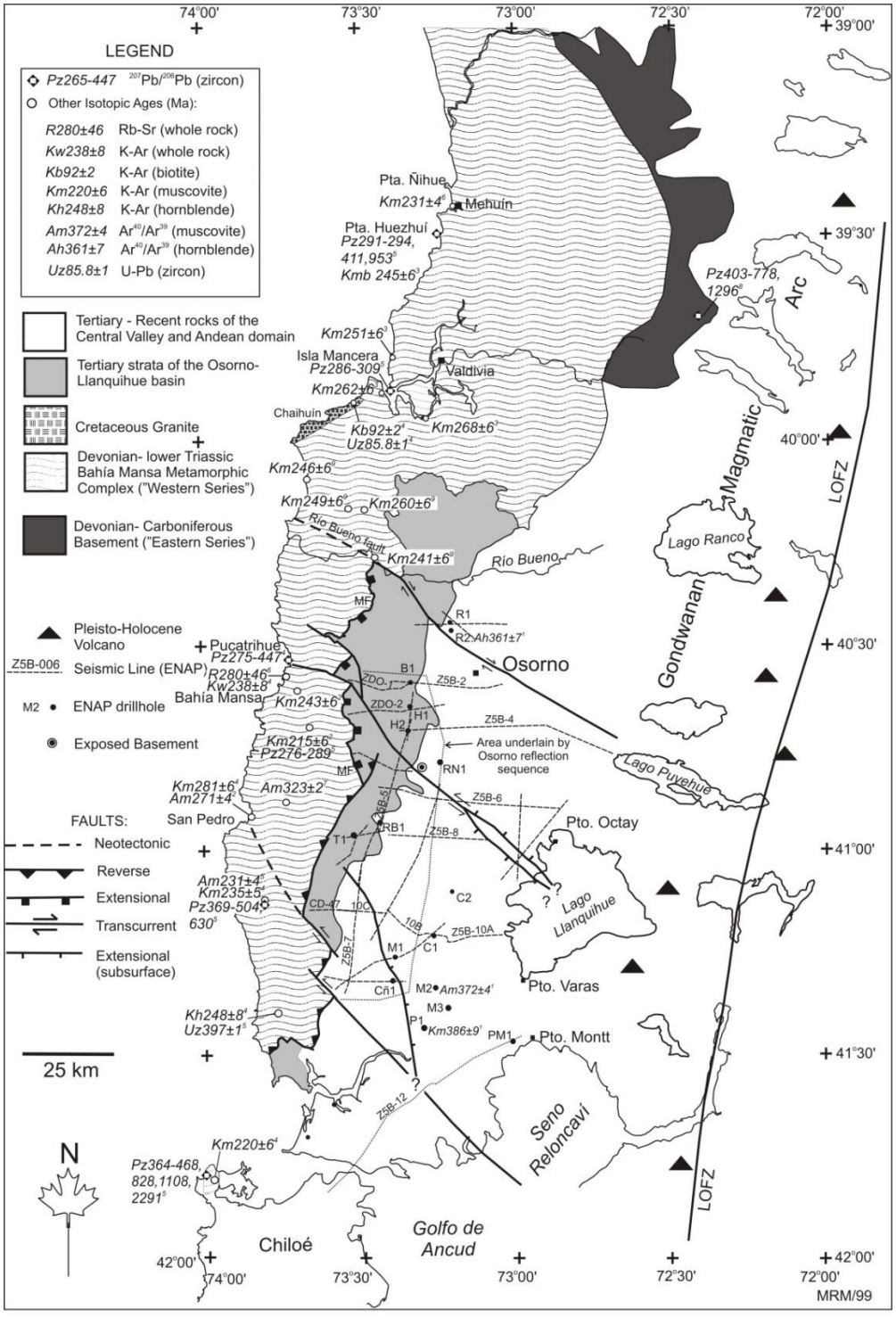


Figura 5.2: Ubicación de Perfiles sísmicos en COL (modificado de McDonough *et al.*, 1998).

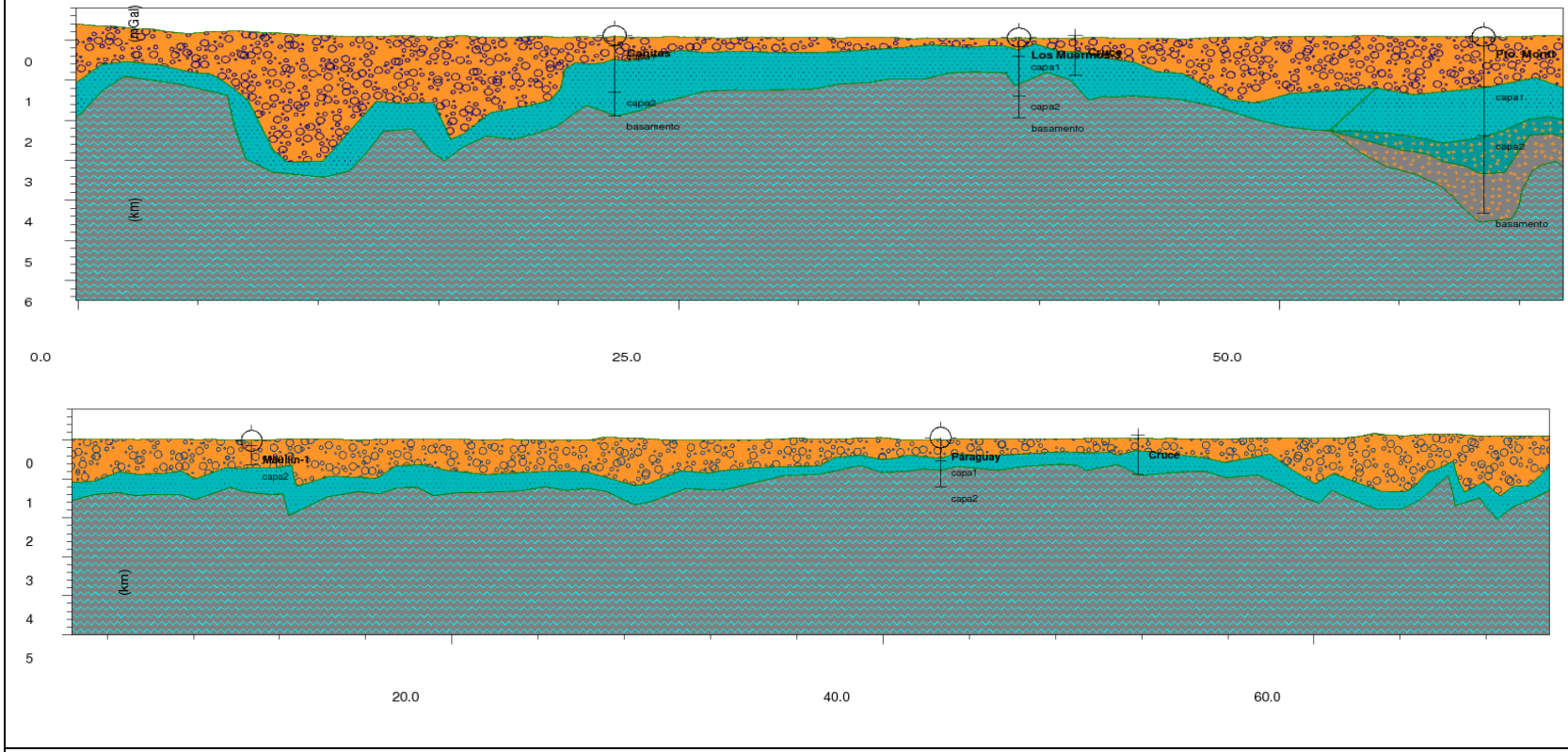


Figura 5.3: Modelo de capas del perfil 1 (superior) dirección W-E y perfil 2 (inferior) dirección NNW-SSE (Morales, 2014)

6 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Gran parte de la zona de estudio se caracteriza por estar cubierta por depósitos no consolidados del cuaternario y una densa vegetación, lo que ha dificultado el reconocimiento de estructuras en terreno. Debido a esto, los estudios estructurales se han realizado en base a reconocimientos indirectos como imágenes satelitales, perfiles sísmicos y mapas aeromagnéticos, los que permitieron interpretar los principales sistemas estructurales de la zona, diferenciándolos de la mega estructura ubicada en el intra – arco, conocida como Zona de Falla de Liquiñe-Ofqui, la cual ha sido medida e identificada en terreno por diversos autores.

En la zona de la Cordillera de la Costa, en la cual aflora el basamento metamórfico, Muñoz (1997) identificó mediante imágenes Radasat dos sistemas estructurales, uno de orientación NE – SW que es interceptado y desplazado por fallas transcurrentes de dirección NW – SE. Muñoz (1997) indica que los quiebres del contacto CMBM con las unidades cenozoicas, sumados a los quiebres en la línea de costa y la forma de las cuencas neotectónicas, indicarían que hacia el sur existe un desplazamiento sinestral extensional. Mientras que lineamientos de dirección N – S, corresponden a fallas que controlaron los depocentros en el basamento metamórfico (Muñoz *et al.*, 1997).

Los conocimientos estructurales de la Depresión Intermedia fueron complementados con información recopilada desde estudios de subsuperficie realizados por ENAP (1981) y que fueron reanalizados por Elgueta *et al.* (2000). Estos últimos autores reconocen que la cuenca de Osorno – Llanquihue (COL) está compuesta por los depocentros de Osorno, Llanquihue, Los Muermos y Puerto Montt – Reloncaví (Elgueta *et al.*, 2000; Figura 6.1), siendo estos dos últimos depocentros los que se sitúan en el área de estudio y que se encuentran separados por altos del basamento, limitados por las estructuras extensionales NE – SW (Elgueta *et al.*, 2000).

En la Cordillera Principal se identifica una estructura de tipo cortical, que afecta la ubicación de los centros eruptivos con una orientación NNE - SSW y que se denomina Sistema de Falla Liquiñe – Ofqui (Cembrano *et al.*, 1993). Asociado a este sistema se han propuesto

estructuras NW – SE asociadas a fallamiento profundo y antiguo del basamento (Aguilera *et al.*, 2014).

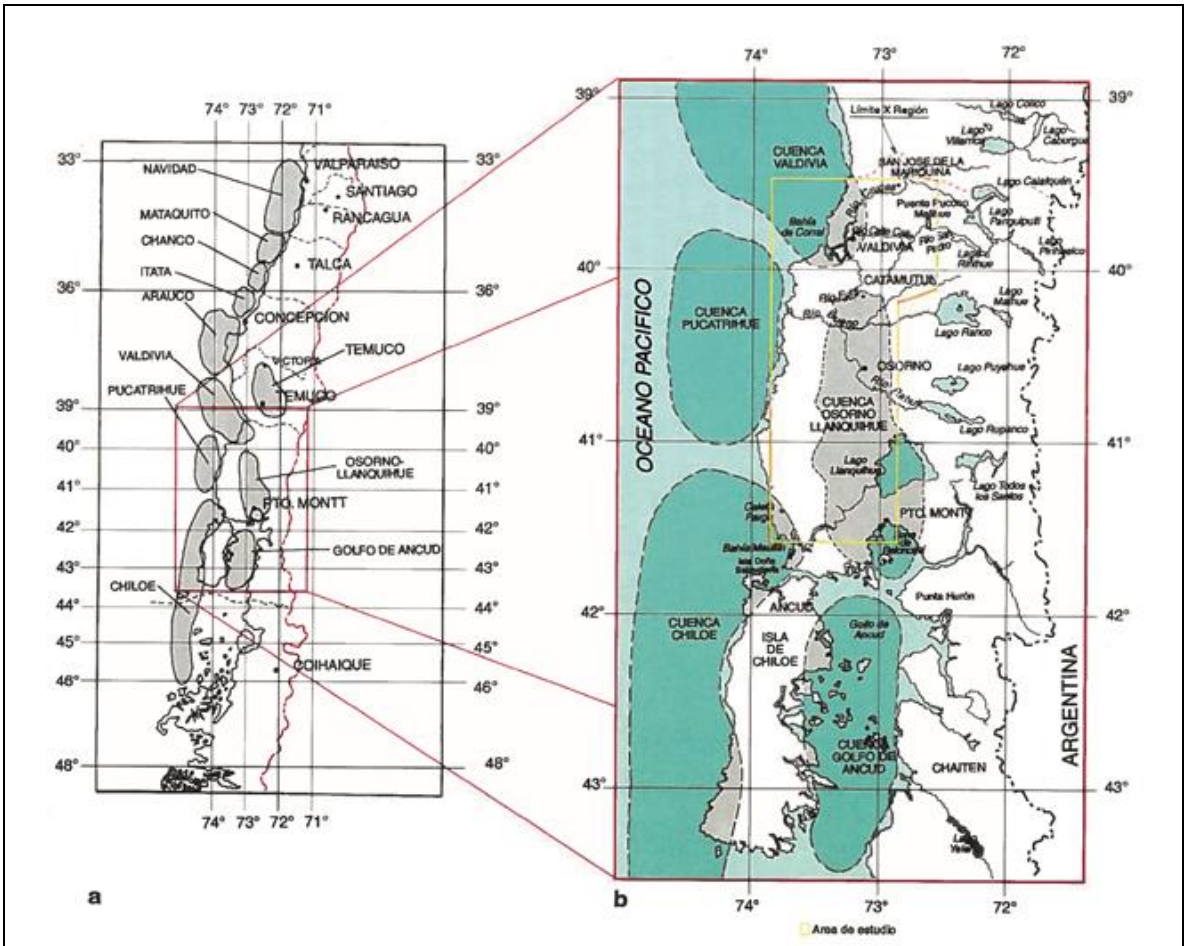


Figura 6.1: Mapa de ubicación de las cuencas terciarias marinas en la plataforma continental y depresión intermedia, entre los 33 y 46°S. Fuente Elgueta *et al.* 2000.

6.1 GEOMETRÍA ESTRUCTURAL.

6.1.1 Falla Camarones

Comprenden a un conjunto de fallas inversas propuestas por Kikpatrick y Vieytes (1986) y McDonough *et al.* (1997), con buzamiento hacia el oeste (Figura 6.2). Estas marcan el límite

oriental de la Cordillera de La Costa, separando y emplazando a las rocas del Complejo Metamórfico Bahía Mansa sobre de las rocas sedimentarias oligo – pliocenas de la región. Esta estructura se encuentra, en profundidad, cortada y desplazada por estructuras verticales de dirección NW-SE con cinemática transcurrente sinestral (McDonough *et al.*, 1998). Hacia el este la falla pierde desplazamiento, por encontrarse cubierta por depósitos pleistocenos. Sin embargo, en subsuperficie se observa cortando los reflectores sísmicos del techo del basamento y los reflectores de los estratos oligocenos y miocenos (McDonough *et al.*, 1997).

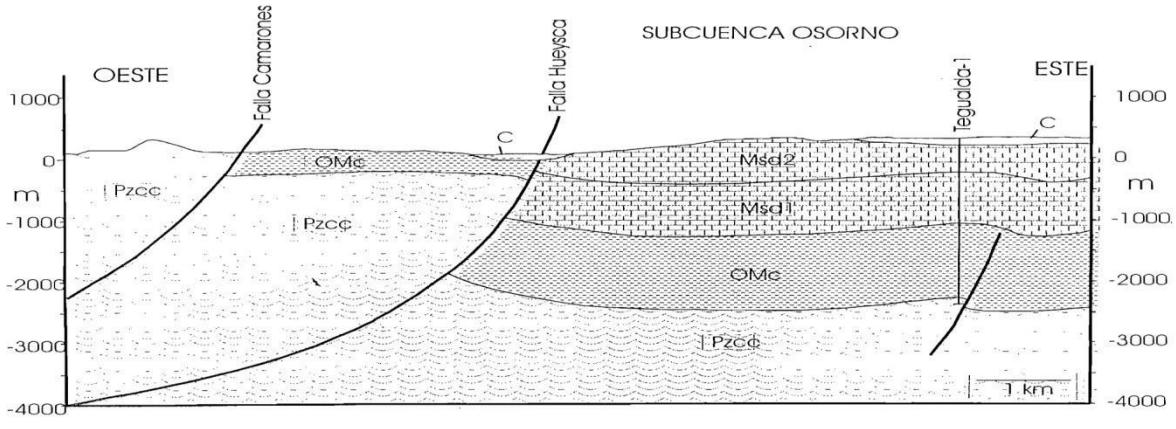


Figura 6.2: Interpretación Geológica del perfil sísmico D10. Fuente: McDonough *et al.*, 1998

Las fallas Camarones y Hueyusca (esta última localizada más al norte y fuera de la zona de estudio) involucran a los reflectores sísmicos asociados al techo del CMBM y la totalidad de los estratos de las Formaciones Cheuquemó y Santo Domingo. Esto permite concluir que estas estructuras están asociadas a la inversión parcial del margen occidental de Cuenca Osorno – Llanquihue (McDonough *et al.*, 1997), con lo cual se establece que estas fallas tienen que ser más jóvenes que el Mioceno Medio y, probablemente, están vinculadas al evento de deformación que levantó el basamento en el Mioceno tardío o principios del Plioceno (9 – 2 Ma; Cisternas y Frutos, 1994, *in* McDonough *et al.*, 1998), generado por un fuerte cambio de la velocidad de convergencia de la Placa de Nazca (Pardo – Casas y Molnar, 1987).

6.1.2 Fallas Totoral y Frutillar.

Estructuras que limitan al norte y sur la subcuenca de Los Muermos de los altos de basamento de Fresia (fuera de zona de estudio) y Los Muermos (Figura 6.3). Se caracterizan por presentar una dirección E – W. Mediante información gravimétrica de ENAP y SERNAGEOMIN (capítulo 5, de Geofísica) se determina que probablemente son estructuras extensionales que posibilitaron, en parte, la generación del depocentro de Los Muermos; que la falla Frutillar presenta manteos hacia el SE y la Totoral al NW. Estas estructuras también son observadas por Elgueta *et al*. (2000), que las define como fallas de carácter extensional y limitantes de la subcuenca de Los Muermos (Figura 6.3) y que probablemente facilitaron el contacto de ésta con la subcuenca de Puerto Montt – Reloncaví. Estas estructuras se distinguen claramente en la imagen generada con las líneas isobáticas del basamento realizadas por ENAP (Figura 5.1).

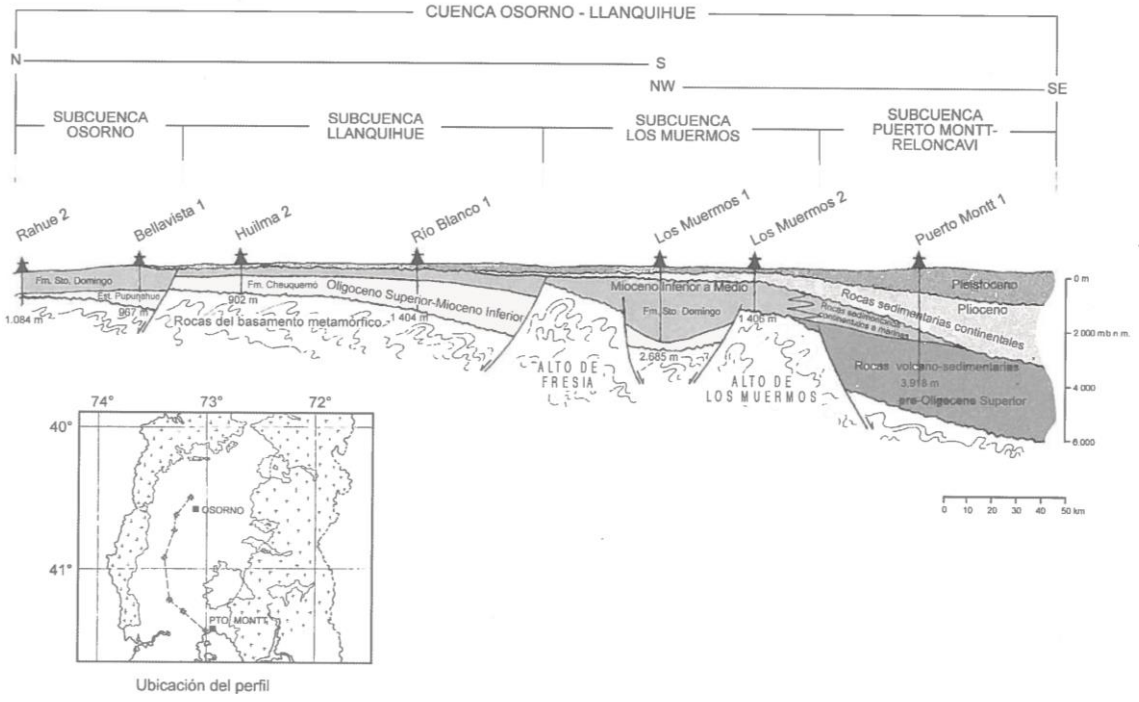


Figura 6.3: Perfil esquemático de la Cuenca Osorno – Llanquihue de acuerdo a antecedentes aportados por descripción de pozos y líneas sísmicas de ENAP. Elaborada por: Elgueta *et al.*, 2000.

Folio006926

Mediante la información geofísica de SERNAGEOMIN se generaron perfiles, los que permiten interpretar preliminarmente que estas estructuras afectaron también a las rocas Oligocenas y Pliocenas, debido a que presentan estructuras tectonizadas en el contacto con los depósitos Cuaternarios (Figura 5.3).

6.2 DOMINIO ESTRUCTURAL.

La hoya hidrográfica del río Maullín, como se ha señalado, se encuentra emplazada en la parte sur de la cuenca terciaria de Osorno – Llanquihue (COL), en específico, en el área que ocuparon los depocentros de Los Muermos y Puerto Montt – Reloncaví (Figura 6.1), caracterizados por ser alargados, fuertemente subsidentes y separados entre sí por altos topográficos del basamento metamórfico (Elgueta *et al*., 2000), controlados por un sistema principal de fallas normales de rumbo NE y fallas normales con reactivación inversa NW, cortadas por fallas de rumbo sinestrales NW, que afectan el basamento mesozoico y la cobertura cenozoica (Aguilera *et al*., 2014).

6.2.1 Subcuenca Los Muermos

Ocupa el sector occidental de la Depresión Intermedia, entre los 41° 10´ y 41° 20´ S y tiene un eje alargado en dirección noroeste – sureste.

Al norte limita con el Alto de Fresia, que la separa de la subcuenca Llanquihue (ubicada más al norte del área de estudio). Esta estructura se caracteriza por tener una dirección relativamente paralela a la cuenca (NNO – SSE) y se encuentra controlada por fallamiento normal (Figura 5.3). Estudios geofísicos indican como mínimo una profundidad 3.000 m (Morales, 2014).

La subcuenca de Los Muermos, limita al occidente con el basamento metamórfico de la Cordillera de La Costa, a lo largo de cuyo contacto se observan fallas inversas y/o normales que afectan tanto a las rocas del basamento como estratos terciarios (McDonough *et al*., 1997). Al oriente se encuentra, en parte, conectada mediante estructuras E – W con la subcuenca Puerto Montt – Reloncaví, lo que permitió que las rocas sedimentarias continentales del Plioceno de la subcuenca Puerto Montt – Reloncaví rellenaran parte de esta cuenca.

6.2.2 Alto de Los Muermos.

Esta estructura caracterizada como un alto topográfico por Elgueta *et al*. (2000), se comporta como barrera limítrofe entre las subcuencas de Los Muermos y Puerto Montt Reloncaví, se extiende por casi 30 km en dirección sur y presenta una profundidad mínima de 1.600 m (Morales *et al*., 2014), la que se encuentra en la localidad de Las Quemas (Figura 6.4). Esta estructura se encuentra controlada al sur por la Falla Colegual, dando inicio al depocentro Puerto Montt – Reloncaví y, al norte, por los lineamientos NE – SW, definidos por Elgueta *et al*. (2000) como fallas normales que la limitan con el depocentro Los Muermos (Figura 6.3).

6.2.3 Subcuenca Puerto Montt – Reloncaví.

Es la subcuenca más oriental del conjunto (Figura 6.4). Presenta un eje alargado en dirección norte – sur y se extiende desde el Alto de Los Muermos, al oeste y noroeste, hasta la latitud 42° S, paralelamente al margen oriental de la Depresión Intermedia. Cubre una superficie superior a 3.500 km^2 y su borde occidental corresponde a una falla normal que la limita con el Alto de Fresia.

Estudios geofísicos indican que la profundidad máxima de su depocentro es de ~4400 m (Morales, 2014) y se encuentra comunicada con la subcuenca de Los Muermos por un canal estrecho y profundo que se abre hacia el Sur. Se caracteriza por fallamiento normal que afectan tanto a las rocas del basamento metamórfico como a los estratos terciarios al interior de la subcuenca (Elgueta *et al*., 2000).

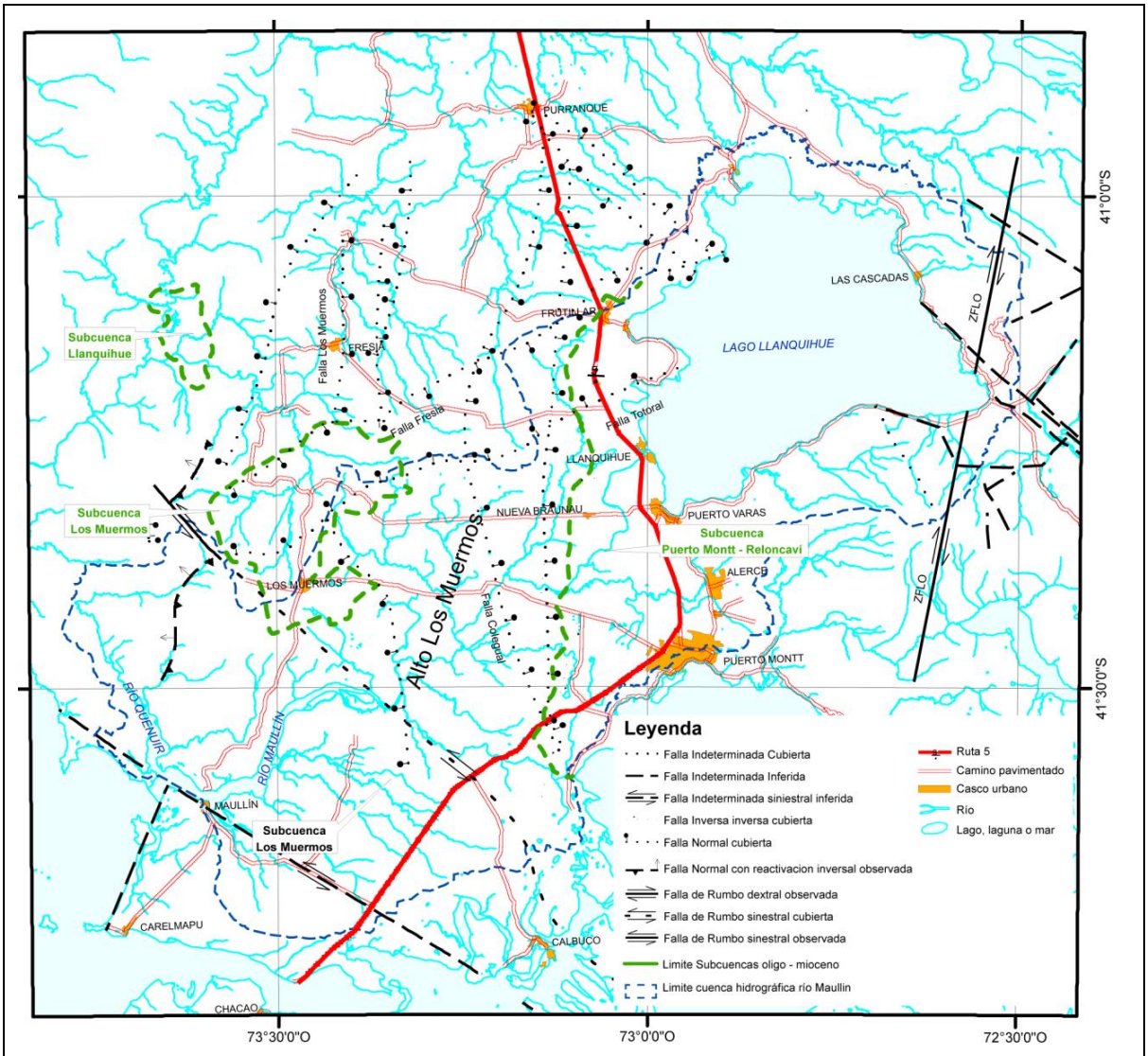


Figura 6.4: Mapa de Estructuras Geológicas Cuenca del Río Maullín. Modificado de Elgueta *et al.* (2000); McDonough et al., In SERNAGEOMIN; 1998, Aguilera et al. (2014).

7 HIDROGEOLOGÍA

En el estudio hidrogeológico de la cuenca del río Maullín, se utiliza como base la geología detallada anteriormente y sobre ésta se trata toda la información recopilada a partir de captaciones de agua (pozos, norias y vertientes), pozos de observación y cursos de agua superficial, obteniéndose de ésta manera, la piezometría, las propiedades hidráulicas y las características químicas del agua. Con estos elementos se definen las unidades hidrogeológicas del área y finalmente se elabora un modelo conceptual, del funcionamiento del sistema hídrico subterráneo.

7.1 CATASTRO DE PUNTOS DE AGUA

Sobre la base de la información de la Dirección General de Aguas (DGA), a diciembre de 2015, el número de captaciones de agua subterránea con derechos otorgados en la cuenca del río Maullín, es de 246, incluyendo norias y 'pozos profundos', lo que equivale a 2.173 l/s, considerando los caudales otorgados promedio anuales y excluyendo el área de la subcuenca del río Quenuir, que en este estudio se considera parte de la cuenca del río Maullín.

El catastro de derechos de agua que mantiene DGA no cuenta con información sintetizada sobre el tipo de captación y/o de sus características técnicas, tales como estratigrafía, profundidad, habilitación y pruebas hidráulicas, que son imprescindibles para la caracterización de las unidades que almacenan el agua subterránea. Sin embargo, en general, esta información se encuentra en los expedientes de solicitudes de derechos de la DGA. Por lo tanto, estos documentos constituyen la fuente de información base para levantar un catastro de captaciones de agua subterránea. En la revisión de estos expedientes se priorizaron, en primera instancia, las captaciones con derechos otorgados sobre los 3,0 l/s, con el objetivo de privilegiar los expedientes correspondientes a 'pozos profundos' debido a que son estos los que permiten obtener información más completa respecto de la estratigrafía y parámetros hidráulicos del punto de captación. Sin embargo, posteriormente se debió complementar esta información para cubrir áreas carentes de ésta.

La segunda fuente de información son los datos recolectados en terreno, durante la visita a los pozos, tanto a los que se encuentran en el catastro de la DGA como a los que se

pudieron encontrar al recorrer el área de estudio. Por último, una tercera fuente, que se consultó principalmente para reunir mayor información de niveles de agua subterránea, fue la base de datos SERNA 8, que se utilizó durante el desarrollo del "Estudio Geoambiental del área de Puerto Montt-Frutillar" (Sernageomin, 1998; Antinao *et al.*, 2000).

El catastro final reunido a la fecha, que se presenta en el Anexo C, consta de 478 captaciones de agua subterránea, en su mayoría pozos (422), aunque también se incluyen algunas norias (55) y punteras (1). Sin embargo, no todas los pozos corresponden a captaciones operativas, debido a que también se han considerado algunos expedientes de pozos con derechos denegados, pozos sin solicitud de derechos y reconocidos en terreno, pozos fuera de operación o aún no habilitados (recién perforados). Por otra parte, se debe considerar que algunas de estas captaciones pueden haber sido incluidas más de una vez, debido a que no ha podido ser relacionada su información de terreno y el expediente de derecho recopilado de DGA. En este catastro se han incluido algunos pozos visitados y muestreados que se localizan fuera del límite de la cuenca, pero que debido a su proximidad y a que se localizan en las mismas unidades hidrogeológicas reconocidas en la cuenca, aportan información sobre sus características.

Del total de captaciones incluidas en el catastro, 213 han sido visitadas en terreno, al menos en una oportunidad, con objetivo de toma de datos de nivel, muestreo de agua, medición con GPS diferencial o geodésico (DGPS) o reconocimiento de su ubicación. Se dispone de 299 descripciones estratigráficas (Anexo G), aunque no todas tienen información de la profundidad a la cuál que se capta el agua (ubicación de cribas). Del total de pozos reconocidos en terreno, 129 han sido muestreados para caracterización química, al menos 1 vez, y en total, considerando los registros de nivel incluidos en los expedientes de derecho, los recopilados de la base de datos SERNA 8 y los levantados en terreno en 2014 y 2015, se cuenta con 528 registros de nivel (Anexo G).

Además, se han definido 46 puntos o estaciones de muestreo de agua superficial y vertientes, que han sido muestreadas al menos una vez durante el estudio, con el fin de caracterizar químicamente las aguas de la cuenca y relacionarlas con la composición química de las aguas subterráneas (Anexo H). Se incluyen en este catastro algunos puntos de muestreo de agua superficial que se localizan fuera del área de la cuenca, en las inmediaciones del volcán Calbuco y que fueron muestreadas después de la erupción del 22

de abril de 2015, para reconocer los efectos que este fenómeno podría tener sobre la composición de las aguas en este sector.

7.2 NIVELES PIEZOMÉTRICOS

Del total de pozos existentes en el catastro, 410 tienen información del nivel piezométrico y de éstos, existen 143 en los que la medición fue realizada por SERNAGEOMIN. Estos datos permiten definir la piezometría del área de estudio y sus variaciones.

Empleando la información del mediciones de niveles estáticos realizado durante 2013 y 2015 y el registro de niveles del pozo P674. Correspondiente al pozo de observación de Puerto Montt (proporcionada por la DGA, Dirección Regional Los Lagos, consistente en un registro automático del nivel piezométrico el cual se incluye en el Anexo E), se analiza el comportamiento del nivel estático en el tiempo (Figura 7.1). Se observa una variación máxima de 2,7 m en el periodo de 2013 a 2015, evidenciando los niveles más bajos durante los meses marzo, abril y mayo.

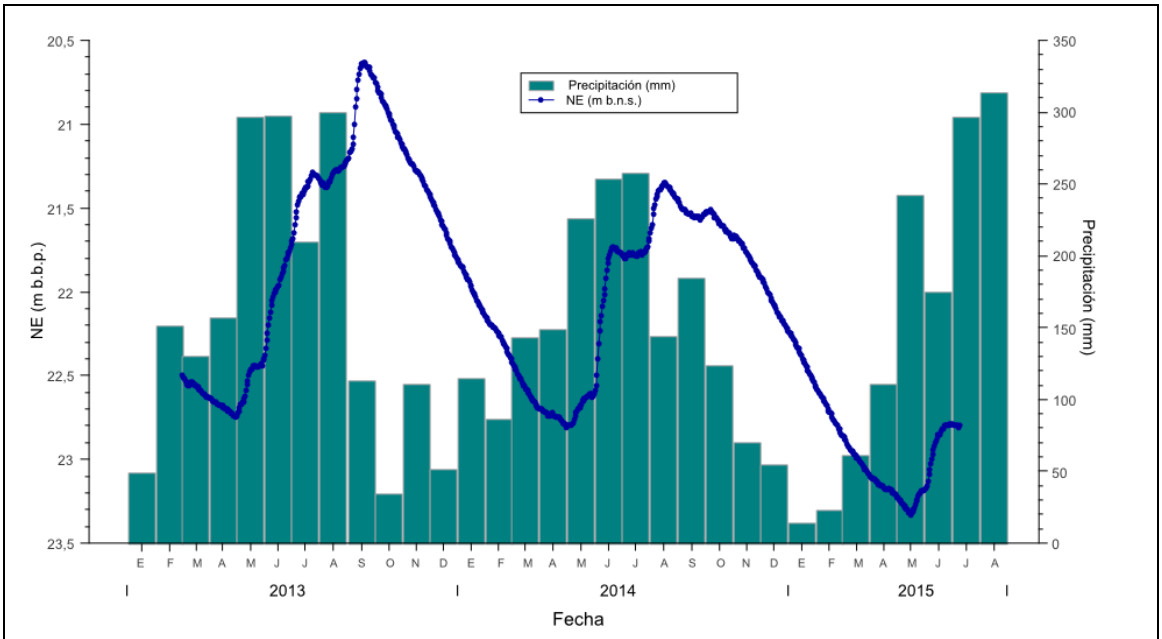


Figura 7.1: Gráfico de variaciones de Precipitación y pozo P674

Por otra parte, se observa una respuesta directa del nivel del acuífero a las precipitaciones, con un desfase de 1 a 3 meses (diferencia temporal entre los puntos de inflexión de las

curvas de ascenso del respectivo periodo), este ascenso es directamente proporcional a los valores de precipitación del año respectivo, así por ejemplo en el invierno del 2014 la precipitación fue comparativamente menor a la de 2013 y con ello el ascenso del nivel fue, a su vez, menor. Esta variación difiere de los valores de precipitación promedio de la cuenca, debido a que existen estaciones meteorológicas que tienen mayores precipitaciones durante 2014 (Figura 2.5).

Los pozos del catastro en los que se ha realizado más de una medición de nivel muestran variaciones leves (menor a 3,5 m). Sin embargo, a pesar de que el promedio de variación es bajo (menor a 0,5 m), no se descarta que localmente, en sectores puntuales con una alta densidad de pozos, se produzcan descensos mayores durante el periodo estival, producto de la disminución de la recarga y el aumento de las extracciones.

7.3 PARÁMETROS HIDRÚALICOS

El cálculo de parámetros hidráulicos se realiza mediante los registros de pruebas de bombeo obtenidos de la base de datos de pozos con derechos de agua subterránea de la Dirección General de Aguas (DGA). Se obtuvo un total de 255 pozos con registro de prueba hidráulica adecuado para el cálculo de parámetros hidráulicos (ANEXO F). Debido a la ausencia de pruebas de bombeo que cuenten con registro adecuado de niveles en un pozo de observación, sólo se trabajó con las mediciones de nivel dinámico efectuadas en el mismo pozo de bombeo, razón por la cual no es posible calcular el coeficiente de almacenamiento, obteniéndose únicamente el parámetro de transmisividad.

En el cálculo de transmisividad de cada prueba hidráulica se emplearon diferentes métodos, en su mayoría mediante los métodos de Theis (*in* Custodio y Llamas, 2001), Cooper&Jacob o Neuman (*in* FCIHS, 2009) por ajuste de curva en el régimen transitorio de bombeo, o bien, de Theis (*in* Custodio y Llamas, 2001) en etapa de recuperación. En el ajuste de curva y cálculos para la obtención del parámetro, se utilizó el software AquiferTest Pro v2013.1. De manera particular se empleó el método de Thiem (*in* Custodio y Llamas, 2001) en régimen estacionario, mediante cálculo directo con la ecuación correspondiente.

En cada prueba de bombeo analizada, se efectuaron hasta tres cálculos de transmisividad con métodos distintos, esto con la finalidad de comparar y validar los resultados, definiéndose como “método 1” el que presenta resultados más confiables y representativos.

La elección de la metodología de cálculo se realizó en función del descenso total, estabilización de nivel, variaciones anómalas de nivel, calidad del ajuste, profundidad del nivel estático y grado de confinamiento del acuífero afectado por el bombeo.

7.4 UNIDADES Y SECUENCIAS HIDROGEOLÓGICAS

En este estudio, se describen las unidades hidrogeológicas (UH) para la cuenca del río Maullín en forma conceptualmente similar que en mapas de Recursos de Agua Subterránea de la Serie Geología Ambiental (Arenas *et al.,* 2005; Troncoso *et al.,* 2006) y en el mapa de Hidrogeología de la cuenca del río Valdivia, de la Serie Carta Hidrogeológica de Chile (Páez *et al*., 2014), publicados por SERNAGEOMIN. Las unidades hidrogeológicas están definidas como un conjunto de rocas o depósitos no consolidados que por su petrografía, textura o estructura poseen propiedades de porosidad y permeabilidad uniformes y límites definidos (modificado de Ad-Hoc-Arbeitsgruppe Hydrogeologie, 1997; in Páez *et al*., 2014). No obstante lo anterior, es posible encontrar asimetrías en tales propiedades para una UH en particular, especialmente en los depósitos glaciares. Estas UH forman secuencias de unidades que se disponen, en profundidad, sobre el basamento impermeable y que son “mapeables”, tal como se presenta en el mapa Anexo (fuera de texto).

Las unidades se clasificaron en cuatro clases de potencial hidrogeológico: alto, moderado, bajo y muy bajo a nulo. Esta clasificación consideró la aptitud productiva y la extensión lateral reconocida de las UH, las que se identifican en el mapa (fuera de texto) siguiendo un esquema de colores modificado de Struckmeier y Margat (1995). Las clases de potencial se denominaron con las letras A, B, C y D, acompañado de un índice numérico que determina su jerarquía relativa. De acuerdo a lo anterior, las unidades A y B se identifican como unidades de potencial alto y moderado, respectivamente, mientras que las unidades C y D, se identifican como unidades que conforman acuíferos de bajo potencial (acuitardos) o de potencial muy bajo a nulo (que no forman acuíferos), respectivamente. Estas últimas unidades (D) constituyen en subsuperficie el basamento impermeable y su profundidad bajo la superficie del terreno ha sido determinada principalmente sobre la base de información geofísica. La disposición y contacto entre unidades puede ser de diversa naturaleza. Se utiliza una línea diagonal (/) cuando, en una secuencia, dos unidades se disponen en continuidad hidráulica, aunque presentan diferencias litológicas que permiten distinguirlas; en casos particulares, se utiliza también al inicio de la secuencia para indicar condición de

acuífero libre, pero con presencia de un nivel considerado como impermeable ubicado sobre la superficie piezométrica de dicho acuífero. Por otra parte, se utilizan dos líneas diagonales (//) para representar confinamiento de una unidad hidrogeológica, ya sea si esta se ubica en la parte superior de la secuencia o bajo otra unidad, es decir cuando existe un estrato impermeable que sobreyace a la unidad portadora de agua subterránea.

A continuación se caracterizan las unidades y secuencias de unidades hidrogeológicas dentro de la cuenca del río Maullín, mediante una descripción de sus características litológicas e hidráulicas principales. Las características litológicas están referidas a los nombres y códigos utilizados en el Capítulo de Geología Local (Apartado 4) y que se complementan utilizando las descripciones estratigráficas de pozos, recopiladas de los expedientes de derechos de agua de la Dirección General de Aguas (DGA).

7.4.1 Unidades y secuencias hidrogeológicas de alto potencial en depósitos no consolidados

Secuencia A1//A2//C2

Esta secuencia se reconoce de manera extensiva en el margen occidental del seno de Reloncaví y al norte del golfo de Ancud y, en forma minoritaria, en el borde del lago Llanquihue.

En el techo de la secuencia se encuentra la unidad de mayor potencial de extracción, denominada A1. Esta unidad está constituida por una interestratificación entre depósitos de gravas (Plgf1) y depósitos morrénicos (Plm1), ambos de edad Pleistoceno Superior. Los depósitos de gravas son principalmente clastosoportadas, con matriz de arenas gruesas, no consolidadas y de origen glaciofluvial, mientras que los depósitos morrénicos están conformados por gravas mal seleccionadas, clasto a matriz soportadas, con matriz arcillosa y bien compactadas (Plm1). Los depósitos que integran esta unidad representan el frente de los lóbulos glaciares Llanquihue y Ancud y se han depositado en un ambiente de sedimentación de planicies de ‘outwash’ secundarias de la glaciación Llanquihue (Andersen *et al.*, 1999). En las cercanías de los cursos fluviales actuales se suman a esta unidad, los depósitos de gravas y arenas asociadas a estos cauces, de edades Pleistoceno-Holoceno y Holoceno (PlHf y Hf, respectivamente).

Bajo A1 se encuentra la unidad A2, la cual está formada por depósitos continentales cuyo proceso de sedimentación se desarrolló en eventos glaciales con interacción fluvial ocurridos durante el Pleistoceno en las glaciaciones Santa María, Río Llico y Tegualda (Plm2, Plgf2, Plgl2, Plm3, Plm4, Pldi). Estos depósitos están constituidos predominantemente por diamictos masivos, principalmente matrizsoportado, de gravas con matriz de arcillas, limos y arenas finas y de manera subordinada, por depósitos de grava y arena, con niveles de arenas finas limos y arcillas (Clayton y Antinao, *in* SERNAGEOMIN, 1998). La presencia de abundante contenido de depósitos morrénicos con matriz arcillosa, puede otorgar en gran parte de la extensión de esta unidad, una condición de confinamiento en los acuíferos que contiene. Debido a que en la base de los depósitos de la glaciación Santa María, así como en los depósitos de las glaciaciones Río Llico y Tegualda infrayacentes, no se cuenta con información de la granulometría de los sedimentos, con el detalle y la confiabilidad adecuada, no es posible estimar su potencial de explotación de agua, sin embargo, se infieren características similares a los depósitos de origen glacial que los sobreyacen.

La unidad C2, que infrayace a A2, está formada por rocas sedimentarias estratificadas indiferenciadas de edad Oligoceno – Plioceno de diverso origen: continental, volcánico, parálico y marino. Asociadas al relleno durante la apertura de la Cuenca Osorno – Llanquihue (COL), y, en específico, a las subcuencas de Los Muermos y Puerto Montt – Reloncaví, descritas por Elgueta *et al*. (2000) en subsuperficie, mediante pozos de ENAP perforados en la Depresión Central. Esta unidad se encuentra estrechamente ligada al comportamiento estructural del COL, extendiéndose por toda la Depresión Intermedia. La unidad terciaria, según los análisis estratigráficos realizados por Elgueta et *al*. (2000) y los realizados en este estudio de forma preliminar (Anexo B), indican que el espesor de este paquete sedimentario varía de este a oeste entre los 800 m (ENAP Carrion-1) y 520 m (ENAP Maullin-1), para la Cuenca de Chiloé; en la subcuenca Los Muermos su espesor varía de 2.850 m (Los Muermos-1), 1.270 m (Cañitas-1) a 1.400m (Los Muermos-2) y aumenta, en dirección sureste, hacia la Subcuenca Puerto Montt – Reloncaví, la que registra espesores desde los 1.250 m (ENAP Los Muermos-3) a 4.000 m, este último valor determinado mediante gravimetría realizada para este estudio (Morales, 2014). Dado que C2 se encuentra cubierto por una potente secuencia de depósitos glaciales (//A2) los que

presentan distintos niveles con un alto contenido en arcillas, es posible inferir que posee una condición de confinamiento.

La base de esta secuencia corresponde a la unidad denominada D1 la cual está compuesta por el basamento metamórfico Bahía Mansa (PzTrbm) (Duhart *et al.*, 1999). Este basamento se dispone en profundidad en toda la depresión intermedia como las rocas fundacionales, limita hacia el oriente con el basamento ígneo (OMbp) y se expone en superficie dentro de la Cordillera de la Costa, encontrándose en contacto por falla (Falla Camarones). Litológicamente se encuentra compuesta de esquistos pelíticos a semipeliticos con menor cantidad de metariscas, intercalaciones tectónicas de esquistos máficos (Díaz *et al.*, 1988, Crignola *et al.*, 1997) y escasos cuerpos ígneos máficos y ultramáficos tectónicamente emplazados (Godoy y Kato, 1990).

Se ha recopilado información estratigráfica de 63 pozos que perforan esta secuencia, todos localizados en la franja que bordea el seno de Reloncaví. De acuerdo a esta información, se distingue que la unidad superior (A1) conforma predominantemente acuíferos libres, caracterizados por una alternancia de estratos de arena y grava, con intercalaciones menores de capas arcillosas y que presentan conexión hidráulica con las unidades hidrogeológicas adyacentes y cauces fluviales actuales. No obstante lo anterior, en algunos pozos se reconoce, localmente, confinamiento o una condición libre cubierta. En otros pozos, especialmente en los sectores de Cardonal y Trapén, se reconoce una secuencia conformada por dos niveles permeables separados por estratos de arcilla, donde, ocasionalmente, ambos niveles se encuentran habilitados, como ocurre en los pozos de Trapén (P063 y P454). En el pozo P063, particularmente, esta estratificación que incorpora niveles arcillosos confinantes hace que se produzca surgencia. En casos como este, el nivel inferior podría corresponder a la unidad //A2, debido a que en este pozo P063 la separación entre ambos niveles acuíferos está dada por una capa de arcilla con turba, situada entre los 70 y 72 m de profundidad, la que podría corresponder a la superficie expuesta durante el último periodo interglaciar. Otro estrato de turba, se reconoce en el pozo P065 entre los 44 y 45 m de profundidad, en el sector de Pargua. Además, en varios pozos se reconoce un potente estrato de arcillas en su base, bajo los 70 m de profundidad (P167, P188, P198, P201, P230, P244, P293, P296, P337, PP366 y P454), el que podría corresponder a la capa

confinante de la unidad //A2. Por lo anterior, se asigna tentativamente una potencia máxima de 70 m a la unidad A1.

Las profundidades de los pozos que perforan esta secuencia se encuentran entre 34 y 152 m, alcanzando la profundidad máxima en el pozo P244, localizado en la parte alta del sector de Chinquihue. En este pozo se reconoce un potente nivel de arcillas entre 73 y 140 m de profundidad, mientras que la habilitación con cribas se sitúa entre 146 y 152 m, por lo que se infiere que la captación se obtiene desde la unidad //A2. Sin embargo, en general, en estos pozos el inicio de las cribas o tuberías ranuradas se encuentra bajo los 19 m, con una profundidad promedio de 54 m para el inicio de las tuberías ranuradas o cribas.

Las transmisividades, calculadas sobre la base de 43 pruebas de bombeo correspondientes a pozos situados en esta secuencia, se encuentran entre 2,63 y 6.730 m^2/d, lo que según la clasificación de Villanueva e Iglesias (1984) corresponde a transmisividades muy bajas a muy altas, con un promedio de 645 m^2/d equivalente a trasmisividades altas. Sin embargo, la mayor parte de los resultados indican transmisividades medias a altas (18 valores) y bajas (12 valores). Los caudales de explotación en pozos que perforan la unidad A1 o la secuencia A1//A2 se encuentran entre 2,2 y 115 l/s, con un promedio de 21,53 l/s.

En el estudio de Troncoso *et al*. (2008) se considera a la unidad hidrogeológica A1 como de alta importancia, aunque ocupa el segundo lugar dentro de esta categoría (A2). Lo anterior se debe a que en dicho estudio se consideran comparativamente todas las unidades existentes en la Depresión Central, entre Valdivia y la isla de Chiloé, mientras que en este trabajo se incluyen sólo aquellas situadas en la cuenca del río Maullín. Por otra parte, en este estudio se ha subdividido preliminarmente la unidad A2 de Troncoso *et al*. (2008), en dos unidades (A1 y A3), debido a que el ambiente de formación de los depósitos que las constituyen presenta diferencias que podrían influir en sus características litológicas e hidrogeológicas, aunque debido a la falta de información estratigráfica detallada lo anterior no ha podido ser comprobado. Por otra parte, en el mapa de Recursos Hidrogeológicos incluido en la publicación de Antinao *et. al.* (2000), al área que abarca esta unidad se le atribuye una importancia hidrogeológica alta.

Secuencia //A1//A2//C2

La secuencia //A1//A2//C2 presenta las mismas características litológicas y distribución espacial que las descritas para la unidad A1//A2//C2, pero se distingue de ésta en que está cubierta en superficie por depósitos de baja permeabilidad que han sido mapeados como depósitos morrénicos o *'till'* (Plm1). En sub-superficie, generalmente se presentan intercalaciones de gravas y arenas, de mayor permeabilidad (Plgf1), lo que da como resultado acuíferos localmente confinados o cubiertos, aunque ocasionalmente pueden encontrarse situaciones en que el acuífero se encuentra libre. En el primer caso, de acuífero localmente confinado, el nivel piezométrico medido en el pozo se eleva por sobre el límite inferior de la capa confinante e incluso puede haber surgencia, como ocurre en la localidad de Los Bajos, Frutillar (P206). En el caso de los acuíferos cubiertos, el nivel estático se sitúa bajo el límite inferior de la capa confinante (por ejemplo, P259).

De acuerdo a la información estratigráfica de 113 pozos que perforan la parte superior de esta secuencia, con profundidades variables entre 26 y 152 m b.n.t., los depósitos se caracterizan por presentar una gran variabilidad estratigráfica y granulométrica, por lo que la profundidad en la que se localiza la tubería ranurada o criba es también muy variable. No obstante lo anterior, se pueden distinguir algunas particularidades locales. Por ejemplo, en los pozos situados en la ribera del lago Llanquihue existe una mayor interestratificación de capas de diferentes granulometrías y la cobertura de baja permeabilidad que confina la unidad, por lo general, es potente, lo que condiciona que la captación del agua se produzca en muchas ocasiones a gran profundidad (> 60 m b.n.t.). Al contrario, en la localidad de Panitao, la proporción de capas de arcilla es menor e incluso varios de los pozos presentan una condición libre, sin confinamiento.

En la estratigrafía de algunos pozos perforados en esta unidad //A1 se observa que, intercalados en o sobre la capa confinante, se presentan estratos de gravas y/o arenas que podrían tener mayor permeabilidad. Sin embargo, en la mayoría de los pozos, estos niveles que sobreyacen al acuífero confinado o cubierto, no se encuentran habilitados con cribas o bien el nivel estático se presenta bajo el nivel de estas cribas (P246, P295). Esto hace presumir que estos estratos de gravas y/o arenas superiores son poco productivos.

La unidad //A1, al igual que A1, en la mayor parte del área de la cuenca sobreyace a las unidades //A2 y //C2, que a su vez se disponen sobre el basamento impermeable (D1), las

cuales presentan las mismas características descritas para la secuencia A1//A2//C2.De acuerdo a la información disponible, los pozos más profundos perforados en esta secuencia se sitúan en los sectores de Cardonal (P131 y P262), Alto Bonito (P227) y Chinquihue (P361) en Puerto Montt, entre Frutillar y Llanquihue (P082 y P254) y en Puerto Varas (P149). Sólo uno de estos pozos, que alcanza una profundidad de 150 m (P131), habilita un nivel que se encuentra bajo una capa de arcilla con turba, localizada entre los 108 y 128 m de profundidad, que podría corresponder a la capa confinante de la unidad //A2 y que representaría el último periodo interglaciar. A excepción del anterior, el resto de los pozos capta el agua desde la unidad superior (//A1), no obstante algunos de los pozos más profundos (> 80 m) podrían llegar a perforar hasta la capa confinante de la unidad inferior, dado que presentan en su base un potente estrato de arcillas (P052, P077, P121, P197, P214, P246, P269, P284, P356, P361, P364, y P518). En el sector del aeródromo La Paloma, en la ciudad de Puerto Montt, se han descrito 10 m de 'materiales compactados' en la base de dos pozos de 71 y 67 m de profundidad (P215 y P216, respectivamente). Estos materiales podrían corresponder al techo de la unidad //A2 o, dada su localización, a depósitos volcánicos del volcán Calbuco. Lo anterior permite inferir un espesor máximo aproximado de 108 m para la unidad //A1.

Las transmisividades determinadas en pozos habilitados en la unidad //A1 se encuentran en un rango muy amplio, entre 0,9 m^2/d y 8.020 m^2/d, con un promedio de 522 m^2/d, según el análisis de 83 pruebas de bombeo. De acuerdo a la clasificación de Villanueva e Iglesias (1984), éstas corresponden a transmisividades desde muy bajas hasta muy altas. Sin embargo, la mayor parte de los resultados indican transmisividades medias a altas (35 valores) y altas (21 valores). La transmisividad calculada del análisis de una prueba de bombeo del pozo P131 es de 157 m^2/d, la que también se encuentra dentro del rango de transmisividades medias a altas, por lo que no se distingue del resto, a pesar de que, al parecer, habilita parte de la unidad inferior //A2

De acuerdo a la información disponible, los caudales de explotación otorgados en estos pozos que perforan la unidad //A1 se encuentran entre 0,75 y 80 l/s, con un promedio de 14,12 l/s.

En el estudio de Troncoso *et al*. (2008) se considera que esta unidad hidrogeológica tiene una importancia moderada (//B1). Sin embargo, debido a que actualmente se dispone de

mayor información, producto de la perforación de nuevos pozos, en este trabajo se le asigna preliminarmente un potencial mayor. Por otra parte, en el mapa de Recursos Hidrogeológicos incluido en la publicación de Antinao *et. al.* (2000), al área que abarca esta unidad se le atribuye una importancia hidrogeológica baja, debido a que en este mapa se evalúa sólo una parte menor del área que corresponde a la cuenca del río Maullín.

Secuencia A1/C1

Esta secuencia tiene una distribución en la porción más oriental de la cuenca, dentro del dominio de la Cordillera Principal, en los sectores situados en la ribera sur del Lago Llanquihue entre el estero La Poza y Los Riscos, así como, en una franja ubicada en el borde este del mismo lago, entre la localidad de Las Cascadas y el río Blanco Arenal. En estos sectores la unidad A1 se dispone sobre la unidad C1, conformando la secuencia A1/C1, que a su vez sobreyace al basamento impermeable (D2).

La unidad A1, está constituida por una interestratificación entre depósitos de gravas (Plgf1) y depósitos morrénicos (Plm1), ambos de edad Pleistoceno Superior y mantiene las mismas características y propiedades que presenta esta unidad dentro de la secuencia A1//A2//C2.

Bajo A1 se encuentra la unidad C1 formada por lavas, depósitos piroclásticos y depósitos laháricos (PlHv, PlHvl, PlHvp, Hvlhp) del Pleistoceno y Holoceno. En las laderas del volcán Calbuco, esta unidad está conformada principalmente por secuencias de coladas de lavas, depósitos piroclásticos intercalados con brechas piroclásticas y brechas de origen lahárico, las cuales se disponen frecuentemente en forma de abanico. En las laderas del volcán Osorno, esta unidad se compone de lavas, junto con depósitos piroclásticos de caída y depósitos de origen lahári cos ricos en matriz de ceniza y arena.

La unidad D2, definida como el basamento impermeable de esta secuencia está formada por intrusivos granitoides, correspondientes a tonalitas, dioritas y granodioritas con gabros y dioritas subordinadas (Munizaga *et al.*, 1988, en Moreno *et al.*, 2010).

En el área que ocupa esta secuencia se dispone sólo de 5 descripciones estratigráficas, correspondientes a 4 pozos y 1 noria, todos localizados en la ribera sur del lago Llanquihue. En estos pozos se describe una aletrnancia de gravas y arenas, que conforman acuíferos de tipo libre, excepto en el pozo P158, localizado en el sector de Los Riscos, donde se reconocen estratos de arcilla arenosa y arena arcillosa entre los 13 y 49 m de profundidad,

en tanto las cribas se sitúan entre los 51 y 55 m. La profundidad de los pozos en esta secuencia A1/C1 varía entre 3,6 m (N212) y 98 m (P110), aunque debido a la escasa información disponible y pobre descripción estratigráfica es muy difícil determinar el espesor corresponde a la unidad A1. La única información que podría dar indicios concluyentes del límite entre las unidades A1 y C1, es la descripción del pozo P158, donde se menciona la presencia de "ceniza volcánica" a partir de los 13 m de profundidad, lo que a su vez coincide con la presencia de "madera" a los 11 m de profundidad en el pozo P123. Por otra parte, sólo 2 pozos poseen información sobre la localización de las cribas, las que se sitúan bajo los 51 y 44 m de profundidad en los pozos P158 y P204, respectivamente. Lo anterior indicaría que, al menos estos dos pozos, podrían estar habilitados con cribas en la unidad C1.

Las transmisividades, calculadas sobre la base de 4 pruebas de bombeo correspondientes a pozos situados en esta secuencia, se encuentran entre 25,2 y 6.960 m^2/d, lo que según la clasificación de Villanueva e Iglesias (1984) corresponde a transmisividades desde bajas hasta muy altas.

Por otra parte, los caudales de explotación en pozos que perforan la secuencia A1/C1 se encuentran entre 3 y 6 l/s, con un promedio de 4,3 l/s.

Secuencia //A2//C2

Esta secuencia se distribuye al oeste del lago Llanquihue y predominantemente al norte del río Maullín y continuando hacia el norte fuera del área de estudio.

En el techo de esta secuencia está la unidad //A2 y, como se indica en la secuencia A1//A2//C2, está formada por depósitos glaciales generados durante el Pleistoceno en las glaciaciones Santa María, Río Llico y Tegualda (Plm2, Plgf2, Plgl2, Plm3, Plm4, Pldi), sin embargo, en esta secuencia, //A2 incluye además, los depósitos de los cursos fluviales actuales (PlHf). Sobre la base de los afloramientos en superficie y sobre la estratigrafía de las perforaciones de ENAP y los pozos de extracción de agua, estos depósitos pueden diferenciarse en: 1) Depósitos morrénicos de baja a moderada compactación, constituidos por diamictos masivos, principalmente matrizsoportado y de mala selección, cuya matriz se encuentra semicementada y está compuesta de arcillas, limos y arenas finas, en esta matriz se encuentran insertos clastos de gravas y bolones subredondeados a redondeados, 2)

Depósitos glaciofluviales constituidos por grava y en menor proporción arena, presentando buena a moderada selección, 3) Depósitos glaciolacustres locales compuestos de limo, arcilla y arena fina, con espesores observados del orden de 3 m (Clayton y Antinao, 1998, *in* SERNAGEOMIN, 1998), y 4), Depósitos fluviales antiguos dispuestos en terrazas (de hasta 10 m de alto) de antiguos cursos fluviales y compuestos por gravas moderadas a bien seleccionadas, bien redondeadas, inmersas en una matriz de arenas gruesas y medias (Clayton *et al.*, 1998). Cabe destacar que, al igual que en la secuencia A1//A2//C2, no se cuenta con información de la granulometría de los sedimentos, con el detalle y la confiabilidad adecuada, en la base de los depósitos de la glaciación Santa María, así como en los depósitos de las glaciaciones que infrayacen, por lo que no es posible estimar su potencial de explotación, no obstante, se infieren características similares a los depósitos glaciales someros.

Se infiere, para la unidad C2 que se encuentran bajo A2, las mismas propiedades que presentan dentro de la secuencia A1//A2//C2, ya descritas en la caracterización de dicha secuencia. De igual forma la base de esta secuencia corresponde a la unidad denominada D1 la cual está compuesta por el basamento metamórfico Bahía Mansa (PzTrbm) y tiene las mismas características que se describen en la definición de la secuencia A1//A2//C2.

La presencia de arcilla en depósitos morrénicos, puede otorgar en gran parte de la extensión de esta unidad, una condición de confinamiento en los acuíferos que contiene. En concordancia con lo anterior, el análisis de registros de construcción de pozos, ha permitido inferir una condición de confinamiento en gran parte de éstos y particularmente uno de los pozos observados (P467), presenta surgencia gran parte del año.

En pozos desarrollados en esta secuencia se han calculado transmisividades que van desde los 8 a los 1230 m^2/d, constituyendo un amplio rango, sin embargo, la mayor parte de los pozos analizados presentan transmisividades clasificadas como bajas (entre 10 y 100 m^2/d, según clasificación de Villanueva e Iglesias, 1984). Los caudales de explotación en los pozos analizados varían de 1,5 a 50 l/s. Los pozos de agua perforados en esta secuencia tienen profundidades máximas de 115 m, por lo cual se desconoce si a mayor profundidad las propiedades hidráulicas se mantienen o varían.

Secuencia A3//A2//C2

Esta sucesión de unidades se distribuye predominantemente en una franja de orientación NE-SO, localizada al sur del río Maullín, entre los lomajes correspondientes a la morrena frontal del Lago Llanquihue y el canal de Chacao.

La unidad A3 está constituida por depósitos de gravas, principalmente clastosoportadas, con matriz de arenas gruesas, no consolidadas, de origen glaciofluvial y edad Pleistoceno Superior (Plgf1), que en esta área corresponden a los depósitos acumulados en la planicie de 'outwash' principal de la glaciación Llanquihue (Andersen *et al.*, 1999).

Se infiere, para las unidades //A2 y C2 que se encuentran bajo A3, las mismas propiedades que presentan dentro de la secuencia A1//A2//C2, ya descritas en la definición y caracterización de dicha secuencia.

El número de pozos perforados en esta secuencia es limitado y se concentran en el sector oriental de esta franja, en torno a la ruta 5 Sur, entre Puerto Varas y Puerto Montt, y en la ruta V60, por lo que sólo se dispone de 28 descripciones estratigráficas. De acuerdo a éstas, los depósitos de la unidad A3 se caracterizan por conformar acuíferos predominantemente de tipo libre, aunque existe un número considerable de pozos que describen unidades cubiertas o confinadas, especialmente en el sector NE, en torno a la ruta 5 Sur (por ejemplo, P075, P081, P112 y P345). Esto último probablemente se debe a que la unidad //A2 se encuentra muy cercana a la superficie, por lo que no se descarta que algunos de estos pozos estén habilitados en esta última unidad. La estratigrafía de los pozos muestra que la unidad A3 está constituida por una alternancia de gravas, arenas y de niveles compuestos por una mezcla de ambos materiales, con una menor proporción de intercalaciones de arcillas, gravas arcillosas y arenas arcillosas.

Los pozos perforados en esta secuencia tienen profundidades entre 35 y 109 m y el inicio de las tuberías ranuradas o cribas se sitúa generalmente bajo los 20 m de profundidad. Se desconoce la potencia total de la unidad A3, aunque se estima que el espesor es muy reducido hacia el NE (< 30 m), debido a la cercanía a la superficie de la unidad //A2, como se ha mencionado en el párrafo anterior. Sin embargo, este espesor se incrementa hacia el suroeste, donde podría alcanzar 96 m, de acuerdo a la información estratigráfica de un pozo

localizado en el sector de Huayún Alto (P119), que describe una alternancia de gravas y arenas hasta esta profundidad. Este pozo intersecta en su base una capa de arcilla que cuenta con un espesor mínimo de 4 m y que podría corresponder al techo de la unidad //A2.

Las transmisividades determinadas en pozos que perforan la secuencia A3//A2//C2 se encuentran entre 1,02 m^2/d y 3.300 m^2/d, con un promedio de 543 m^2/d, de acuerdo al análisis de 20 pruebas de bombeo.

Los caudales de explotación otorgados en pozos que perforan la unidad A3 se encuentran entre 1 y 54 l/s, con un promedio de 16,3 l/s.

En el estudio de Troncoso *et al.* (2008) se considera a esta unidad como parte de la unidad denominada A2, como se explicó en la descripción de la secuencia A1//A2//C2; mientras que en la publicación de Antinao *et. al.* (2000), al área que abarca esta unidad se le atribuye una importancia hidrogeológica alta.

Secuencia /A3//A2//C2

La secuencia /A3//A2//C2 se distribuye en la ladera occidental del volcán Calbuco y presenta las mismas características litológicas que las descritas para la unidad A3//A2//C2 en todas sus unidades, pero se distingue de ésta en que está cubierta en superficie por depósitos piroclásticos del Pleistoceno y Holoceno (PlHvp), los que, dentro de su estratigrafía, presentan niveles de muy baja permeabilidad, lo que otorga una condición de acuífero cubierto como se evidencia en la descripción estratigráfica de los pozos P094, P265 y P048.

Los valores de transmisividad en 4 pozos que se encuentran en esta secuencia, varían desde 21 a 9.300 m^2/d, abarcando rangos de baja a muy alta transmisividad, según clasificación de Villanueva e Iglesias (1984). Los caudales de explotación en estos pozos varían de 5,6 a 25 l/s.

7.4.2 Unidades y secuencias hidrogeológicas de moderado potencial en depósitos no consolidados

Secuencia //B1/C1

Esta secuencia se distribuye en gran parte de la ladera norte del volcán Calbuco y localmente en la ladera oeste del volcán Osorno, en el sector de Las Cascadas y en las laderas del río Blanco Arenal.

La unidad //B1, que sobreyace a las otras, está formada por depósitos piroclásticos, depósitos laháricos y depósitos originados por procesos de remoción en masa, generados durante el Pleistoceno y el Holoceno (PlHr, Hvlh, Hvlhp). Litológicamente corresponden a macizos caóticos inconsolidados, con variable granulometría y de mala selección, intercalados con depósitos piroclásticos y localmente cubierto por depósitos lacustres (Hl) en los márgenes del lago Llanquihue. Gran parte de la unidad B1 está constituida por depósitos de remoción en masa (PlHr) que corresponden a un material clástico anguloso, tamaño grava a arcilla, que en sectores proximales al cráter del volcán Calbuco alcanza espesores de 200 m (Sellés *et al.*, 2011). Localmente y dispuestos en los cauces de ríos, se encuentran los depósitos laháricos, que forman abanicos de escasa a moderada consolidación compuestos de gravas, de mala a moderada selección, con un alto contenido en matriz arenosa (o ceniza en algunas ocasiones) y con presencia de estratificación. La existencia de niveles con alto contenido en arcilla con una extensión considerable en estas secuencias, podría otorgar un carácter de confinamiento en esta unidad, lo cual queda en evidencia en la surgencia de los pozos P104, P483 y P484.

La unidad C1 que infrayace a //B1, está formada en este sector, como se indica en la secuencia A1/C1, por lavas predominantemente andesíticas, depósitos piroclásticos intercalados y depósitos laháricos con brechas piroclásticas y brechas de origen lahárico, (PlHv, PlHvl, PlHvp, Hvlhp) del Pleistoceno y Holoceno.

El basamento de esta secuencia corresponde a la unidad D2, definida previamente en la secuencia A1/C1.

Los pozos con habilitación en esta unidad se han definido caudales de aprovechamiento de que van desde 4 a 20 l/s y en dos de estos pozos se calculó la transmisividad obteniéndose valores de 47 y 693 m^2/d, con los cuales se le atribuyen a esta unidad un rango de transmisividades baja a alta, según clasificación de según clasificación de Villanueva e Iglesias (1984). En particular en el pozo P066 se calculó un valor de transmisividad de 5.250 m^2/d, considerado como valor anómalo, posiblemente relacionado con una conexión directa con el lago Llanquihue ya que se encuentra a 150 m del borde del lago y durante la prueba de bombeo se produce una rápida estabilización de nivel, por lo tanto se descarta como pozo valor de transmisividad representativo de la unidad.

Secuencia B2/C5/C3

Se encuentra ubicada en la parte alta del río Quenuir, entre las localidades de Tambor Alto y Patrautrao.

La Unidad B2 está formada por depósitos de gravas bien seleccionadas en una matriz de arenas gruesas y medias, no consolidadas de origen fluvial, del Pleistoceno – Holoceno (PlHf) y un espesor, en función de su cercanía con el cauce del agua, de 1 a 10m. La unidad B2 se caracteriza por formar acuíferos libres de alta permeabilidad sin confinamiento y por estar en estrecha relación con los cauces. Se encuentra emplazada principalmente sobre rocas metamórficas fracturadas y meteorizadas (C3) y localmente sobre rocas estratificadas terciarias de las Formaciónes Caleta Godoy y Cheuquemó (C5), cuyas propiedades se detallan dentro del apartado de unidades de bajo potencial.

El basamento de esta secuencia corresponde a la unidad D1, ya descrita en el apartado correspondiente a la secuencia //A2//C2.

7.4.3 Unidades y secuencias hidrogeológicas de bajo potencial en rocas y depósitos no consolidados

Unidad C1

Esta unidad forma parte del cono de los volcanes Calbuco, Osorno y Pichihuinco (este último en un área muy restringida al norte del volcán Osorno).

La Unidad C1, como se ha indicado anteriormente, está formada por depósitos volcánicos y volcanoclásticos del Pleistoceno y Holoceno, generados a partir de diversas erupciones de los volcanes Osorno, Calbuco y Pichihuinco. Está conformada por lavas, depósitos piroclásticos y depósitos laháricos que constituyen las unidades PlHv, PlHvl, PlHvp, Hvlhp, las que distribuyen en la zona E y S del lago Llanquihue.

En las laderas del volcán Osorno, esta unidad se compone litológicamente por lavas basálticas y andesítico-basálticas (con domos dacíticos locales), junto con depósitos piroclásticos de caída de bajo grado de compactación y localmente por depósitos de origen lahárico ricos en matriz de ceniza y arena. En la zona norte del volcán Osorno se encuentra una unidad correspondiente a una intercalación de coladas de lava basálticas y depósitos piroclásticos (que contienen escoria, lapilli, ceniza, bombas y bloques) provenientes del

volcán Pichihuinco al norte del volcán Osorno. En las laderas del volcán Calbuco, esta unidad está conformada principalmente por secuencias de coladas de lavas predominantemente andesíticas, depósitos piroclásticos intercalados con brechas piroclásticas y brechas de origen lahárico, las cuales se disponen frecuentemente en forma de abanico.

Esta unidad se dispone sobre intrusivos granitoides del Batolito Norpatagónico (OlMbp), que constituyen la unidad hidrogeológica D2, ya definida en secuencias anteriores.

En este estudio no se ha registrado un aprovechamiento de agua subterránea en esta unidad, lo cual podría estar relacionado al escaso poblamiento, a la dificultad de acceso y a la dificultad de perforación de estas unidades, lo cual se ve reflejado en montos de inversión comparativamente mayores para la habilitación de pozos en esta unidad.

Unidad //C1

Esta unidad se encuentra restringida a un sector local ubicado en la ladera oeste del volcán Calbuco y presenta las mismas características litológicas que las descritas para la unidad C1, pero a diferencia de ésta, se encuentra cubierta en superficie por depósitos de origen piroclástico de caída, ocasionalmente formando conos de piroclásticos, e intercalaciones de depósitos volcanoclásticos (PlHvp), la cual puede otorgar parcialmente una condición de confinamiento. Esta condición de confinamiento queda en evidencia en el pozo P136, que es surgente y en su descripción estratigráfica se indica la presencia de dos tramos de roca, de los cuales el superior podría corresponder a depósitos PlHvp que le otorguen el confinamiento del agua subterránea que capta el pozo.

La transmisividad de esta unidad solo es calculada en el único pozo que intersecta la unidad (P136), en el cual se obtuvo el valor de 254 m^2/d, con lo cual se le atribuye una transmisividad del rango medio alto para la unidad //C1, de acuerdo a la clasificación de Villanueva e Iglesias (1984).

Unidad C3

Esta unidad se distribuye, en el límite noroccidental de la cuenca del río Quenuir, en su zona de naciente, donde se da comienzo a la Cordillera de Zarao, que se extiende hacia el norte.

La unidad C3 corresponde a la zona con desarrollo de permeabilidad secundaria en las metabasitas de Estaquilla del Basamento Metamórfico Bahía Mansa (PzTrbm, Duhart *et al.*, 1999). Corresponden a rocas de bajo grado metamórfico y de protolito basáltico, principalmente esquistos verdes con una foliación bien desarrollada y, en localmente, con desarrrollo de pliegues y flexuras (Duhart et *al.*, 1999). Estructuralmente, se encuentran limitadas por fallas normales de reactivación inversa, las que permitieron el emplazamiento y separación del basamento de las rocas del Oligoceno – Plioceno, ocurrido durante el cierre de la Cuenca Osorno – Llanquihue (COL) (McDonough et *al.*, 1999).

La unidad al encontrarse afectada por estructuras (Falla Camarones y Falla Transversales) exhibe una alta tasa de fracturamiento (Muñoz, 1997) y, sumado: a la existencia de un buen desarrollo de la foliación; en sus niveles superficiales presenta grados de interperismo desde intermedios a altos y una alta tasa de meteorización física, (Paez *et al.*,2014) . Por lo anterior, es posible asumir que esta unidad constituye un acuífero libre en roca fisurada.

La base de C3 es la unidad D1, que corresponde también a rocas del Basamento Metamórfico Bahía Mansa, pero sin el desarrollo de permeabilidad secundaria, por lo que se considera como impermeable.

No se registran pozos ubicados en esta unidad. Sin embargo, en la caracterización de esta unidad en el estudio “Levantamiento hidrogeológico y potencial de agua subterránea del Valle central de La Región de Los Lagos” (Troncoso *et al.*, 2008), se indica la presencia de vertientes con caudales entre 0,1 – 3,5 l/s que corresponderían al afloramiento del agua subterránea almacenada en esta unidad, y que se recargaría por infiltración de las precipitaciones a través de fracturas y por el aporte de los esteros que se encuentran en conexión hidráulica.

Secuencia C4//A2//C2

Esta secuencia se encuentra distribuida en el lecho y riberas cercanas a la desembocadura del río Maullín y sus tributarios Quenuir, Olmopulli y Gómez.

La unidad C4, que se encuentra en el techo de la secuencia, está constituida por depósitos litorales (PlHp) y de estuarios (He), que corresponden a sedimentos de tamaño arena fina, limo y arcilla, únicamente en la desembocadura del río Maullín esta unidad se compone de gravas moderadas a bien seleccionadas, con matriz de arenas gruesas y medias (Clayton *et*

al., *in* SERNAGEOMIN, 1998). Predominantemente, se dispone en grandes terrazas de antiguos canales y constituye actuales zonas de inundación. En esta unidad se reconoce una alta saturación de poros con agua, y la superficie es de características pantanosas, por lo que se propicia el desarrollo de vegetación, y presenta una buena conexión con el cauce superficial. Se registra en esta unidad un solo pozo de explotación de agua (P611), que es de tipo noria y tiene una profundidad de 6 m. No se tienen datos de parámetros hidráulicos en este punto debido a que no se le ha realizado una prueba de bombeo.

Unidad C5

Se distribuye en la desembocadura del río Quenuir, en la localidad de Chauchán y se encuentra sobre el basamento metamórfico correspondiente a la unidad D1.

La unidad C5 está compuesta por rocas estratificadas terciarias de las Formaciones Caleta Godoy (Plicg) y Cheuquemó (OlMc), de ambiente continental, parálico y marino, con edad Oligoceno – Plioceno. Litológicamente corresponde principalmente a conglomerados clasto a matriz soportados, areniscas, fangolitas, tobas y, en menor cantidad, mantos de carbón. Presentan un espesor máximo en subsuperficie de 50 a 100m (Duhart *et al*., 1999) y estratigráficamente sobreyacen en inconformidad al basamento metamórfico Bahía Mansa (PzTrbm) que conforma la unidad hidrogeológica D1.

Debido a que en la zona no existe información de pozos de captación, su evaluación está basada en características de superficie y de la información obtenida del estudio “Levantamiento hidrogeológico y potencial de agua subterránea del Valle central de La Región de Los Lagos” (Troncoso et al., 2008), que indica niveles estáticos del agua subterránea en esta unidad entre 1 – 5 m b.n.t.. Por otra parte, estas rocas se encuentran afectadas por estructuras inversas y transcurrentes (Muñoz, 1997), lo que permite otorgar a esta unidad de rocas fisuradas una permeabilidad baja a muy baja.

7.4.4 Unidades hidrogeológicas de muy bajo a nulo potencial en rocas

Unidad D2

En superficie se distribuye localmente en dos sectores, uno al norte del volcán Calbuco (cercano al margen sur del lago Llanquihue) y otro en la ladera occidental del volcán Osorno (cercano al margen este del lago Llanquihue). Sin embargo, como se ha señalado

anteriormente, en subsuperficie constituye el basamento impermeable de todas las unidades y secuencias localizadas en la porción oriental de la cuenca.

La unidad D2, como se ha descrito anteriormente, está conformada por intrusivos granitoides del Batolito Norpatagónico (OlMbp). Litológicamente corresponden a cuerpos de tonalitas, dioritas y granodioritas con gabros y dioritas subordinadas (Munizaga *et al.*, 1988, en Moreno *et al.*, 2010). Estos cuerpos forman parte del basamento de los volcanes Osorno y Calbuco.

Debido a que estos cuerpos intrusivos no presentan porosidad primaria, esta unidad se clasifica como rocas duras y dado que en superficie presentan un bajo grado de fracturamiento y meteorización, se estima que su potencial para conformar acuíferos es muy bajo a nulo. No se reconocieron captaciones de agua subterránea en esta unidad. Sin embargo, pueden encontrarse vertientes de circulación rápida, derivadas de las precipitaciones locales, que se canalizan a través de las estructuras mayores que afectan a estas rocas, pero que no corresponden a un almacenamiento en la unidad propiamente tal.

7.5 SUPERFICIE PIEZOMÉTRICA

El registro de niveles estáticos permite trazar las isopiezas preliminares, de manera parcial del área de estudio. Para este trazado se emplearon como base los niveles registrado durante las estaciones de otoño e invierno y, en función de la densidad de niveles registrados, se definió una equidistancia de 20 m entre las curvas.

Las isopiezas generadas muestran que la piezometría de la cuenca tiene estrecha relación con la morfología de superficie, donde los altos topográficos coinciden proporcionalmente con las zonas con cota más elevada en la superficie piezométrica. Esta condición denota que la principal fuente de recarga del sistema acuífero son las precipitaciones, lo cual concuerda con la relación directa que tiene la variación del nivel piezométrico del pozo de observación de Puerto Montt (P674) y la pluviometría (Figura 7.1).

El gradiente hidráulico es muy variable, sin embargo, se observa que en la zona de contorno al lago Llanquihue presenta valores más altos (mayor a 0,025 en gran parte de este sector) y en el área desde la naciente del río Maullín hasta la cordillera, los gradientes son, a modo general, más bajos (menor a 0,015 en gran parte de este sector).

La relación del río Maullín con el sistema acuífero es del tipo río efluente, donde el cauce superficial recibe aportes de agua subterránea desde ambas riberas. La concordancia de las cotas del espejo de agua del río con los niveles estáticos cercanos permite asumir una conexión directa entre agua superficial y agua subterránea. De manera análoga, el descenso de la cota del nivel estático hacia el lago Llanquihue en todo su margen, indica que éste también recibe aporte de agua subterránea.

La superficie piezométrica definida en este estudio, concuerda a modo general con la que se definió en el Estudio geoambiental del área Puerto Montt – Frutillar, X Región de Los Lagos (Antinao, *et al*., 2000), las direcciones de flujo tienen la misma tendencia general y definen de igual forma la condición de río efluente y de descarga de agua subterránea hacia el lago Llanquihue.

7.6 HIDROQUÍMICA

En condiciones naturales el agua subterránea mantiene una carga variable de sustancias disueltas, en la forma de iones (cationes y aniones). La composición de estas soluciones acuosas es el resultado de múltiples factores, entre los que destacan la composición inicial (ej. agua lluvia), el tipo del material mineral con el cual el agua tiene contacto y el pH y potencial de oxidación de la solución (Fetter, 1994; *in* Páez *et al*., 2014). Estos elementos se encuentran siempre en estado iónico, con la excepción de silicio (SiO_2), dióxido de carbono (CO_2) en estado gaseoso y oxígeno disuelto (O_2). Los iones disueltos más comunes en el agua reciben el nombre de iones fundamentales o mayores y son: sodio, calcio, magnesio, potasio, cloruro, bicarbonato y sulfato. Son considerados mayoritarios por cuanto comprenden más del 99% de las sustancias disueltas en el agua. Los iones que se encuentran en concentraciones más bajas (partes por millón, ppm) se suelen denominar elementos traza. La composición relativa entre los iones fundamentales o mayores permiten caracterizar químicamente al agua y a los acuíferos y unidades hidrogeológicas que la contienen. Los parámetros físico químicos y el estudio de los elementos traza permiten también evaluar aspectos de calidad del agua para sus distintos usos.

7.6.1 Datos Utilizados

Los datos utilizados en esta caracterización corresponden a muestras tomadas entre el verano de 2014 e invierno de 2015 (Figura 7.2 y Figura 7.3), todas recolectadas en el marco

de este estudio y analizadas en el laboratorio de aguas de SERNAGEOMIN. En total se recolectaron 226 muestras de agua, de las cuales 176 corresponden a captaciones de agua subterránea (pozos, norias y puntera) y 50 a aguas superficiales (ríos, esteros, lago y lagunas) y vertientes. Los resultados de los análisis de estas muestras se encuentran en el Anexo H, en el cual, las muestras se han codificado en referencia a la captación o puntos de muestreo de agua superficial a la cual corresponden, incluidas en los catastros de pozos y norias (Anexo C) y puntos de agua superficial y vertientes (Anexo D), respectivamente

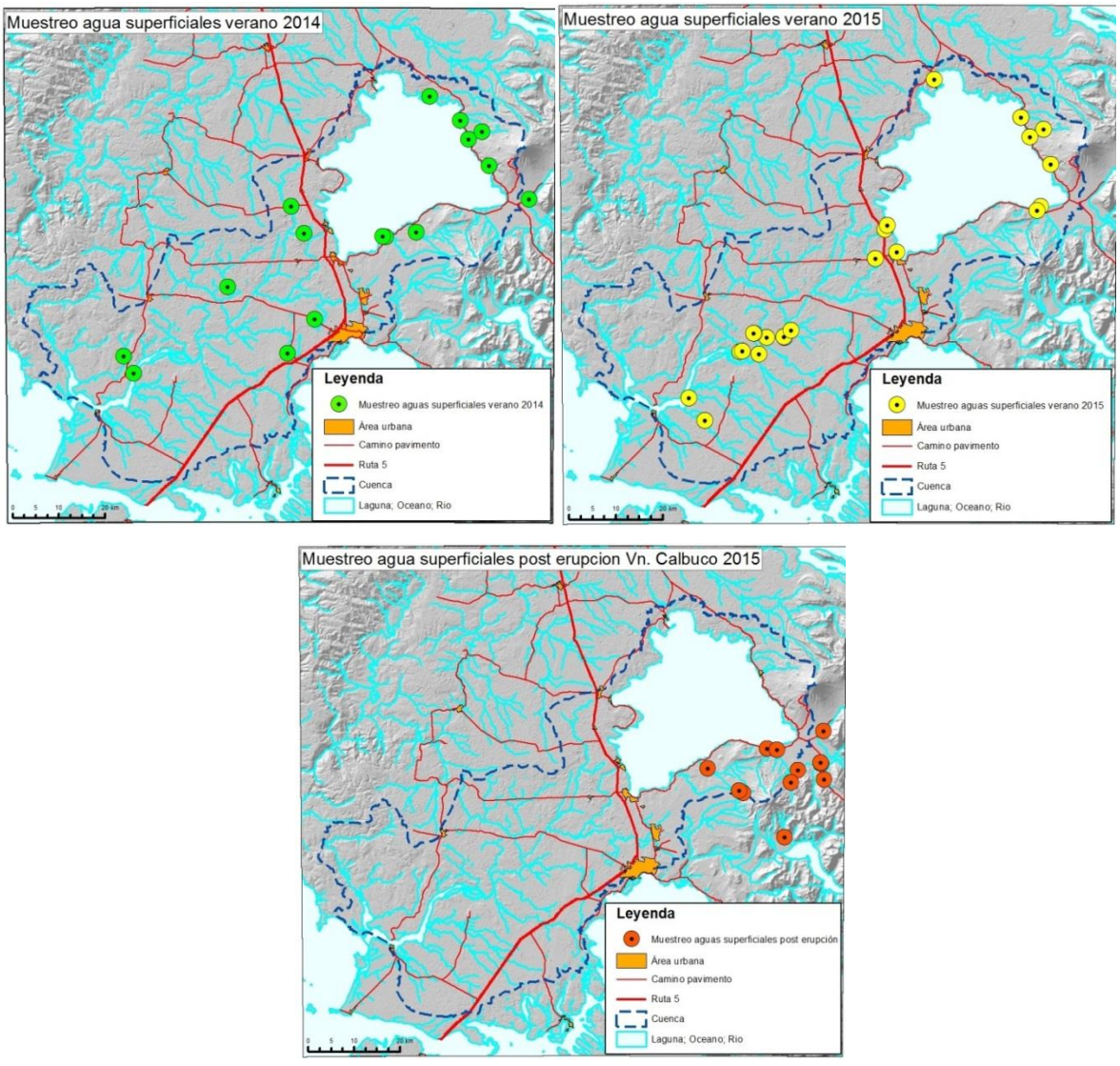


Figura 7.2: Distribución de las muestras de agua superficial y vertientes, recolectadas en la cuenca del río Maullín entre el verano de 2014 e invierno de 2015.

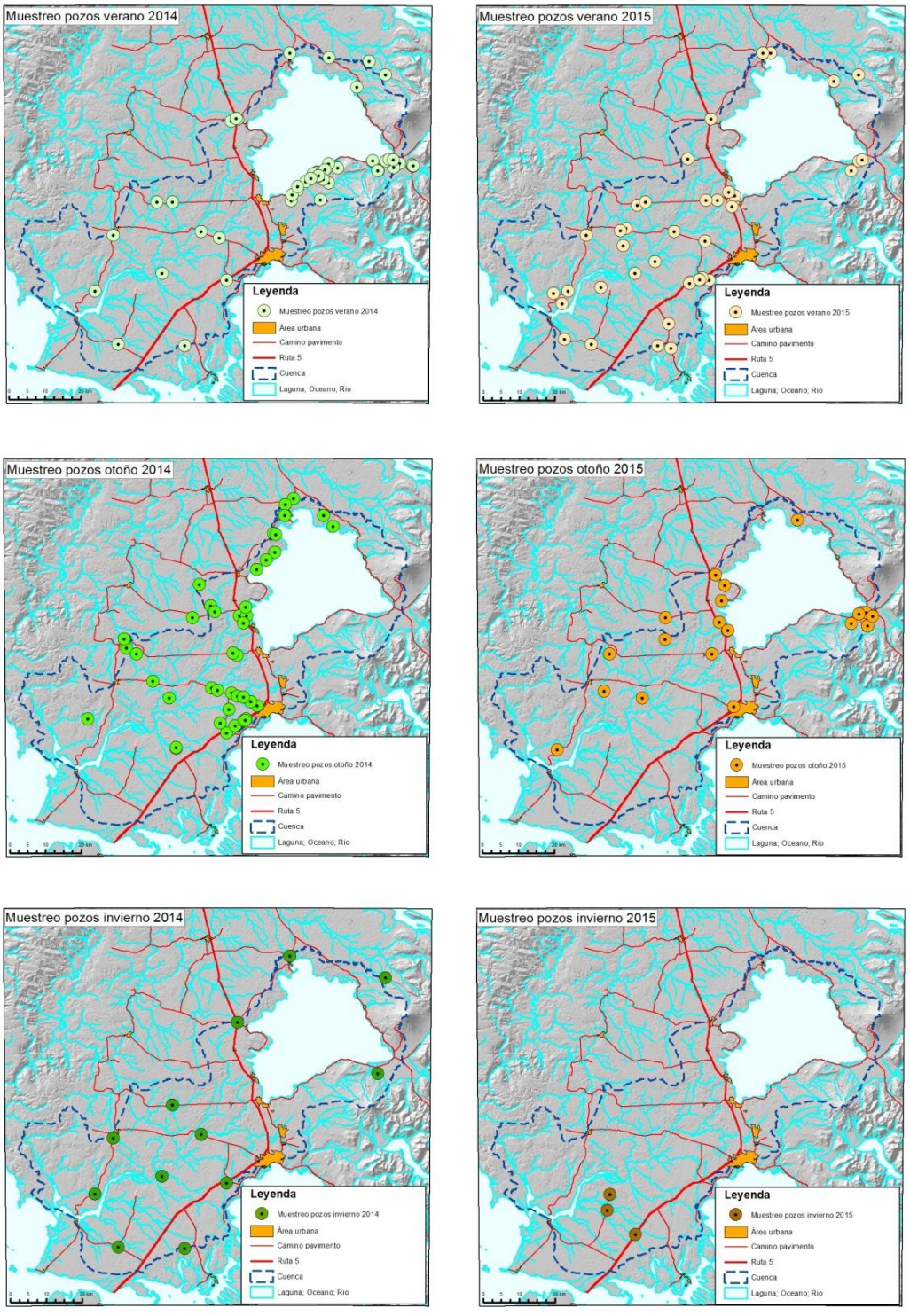


Figura 7.3: Distribución de las muestras de pozos, norias y puntera, recolectadas en la cuenca del río Maullín entre el verano de 2014 e invierno de 2015.

El análisis que se presenta en este documento corresponde a una evaluación preliminar de los resultados de análisis químico, debido a que aún se encuentran en proceso los análisis de algunos elementos traza de estas mismas muestras, análisis de muestras de lluvia que han sido recolectadas en la cuenca durante el mismo período y análisis isotópicos oxígeno 18-deuterio. Por otra parte, para un análisis más acucioso, se requiere analizar en detalle la ubicación de las cribas en cada pozo para determinar a qué unidad corresponde efectivamente el agua que se está analizando, mientras que en este caso, en general se considera la secuencia de unidades hidrogeológicas en la que se localiza el pozo muestreado y sólo se distingue la unidad exacta de la cuál es representativa la muestra cuando se tiene información estratigráfica y de la habilitación del pozo suficiente como para realizar esta distinción.

En el análisis de la información química se utilizó el programa Aquachem 14.2 de la empresa Schlumberger, con el que se realizó el análisis de electro neutralidad de las muestras y se confeccionaron diagramas Piper para la clasificación de las agua, en relación a sus iones mayoritarios, y los diagramas Stiff, estos últimos para la representación de la composición química es forma espacial y que se encuentran presentados en el mapa hidrogeológico (fuera de texto).

7.6.2 Análisis de electro neutralidad (EN)

Como una forma de validar los resultados de análisis se realizó una evaluación de la electro neutralidad de las muestras (EN = (cationes-aniones) / (cationes+aniones) x 100), considerando este valor como una aproximación del error analítico.

Los elementos disueltos tienden, en conjunto, a mantener un estado de neutralidad electrónica o electro neutralidad (EN), de lo cual se deriva que el agua no presente carga eléctrica (carga total o neta = 0). La electro neutralidad implica, en concreto, que la suma de las concentraciones de los cationes mayoritarios presentes en el agua es equivalente a la suma de las concentraciones de los aniones mayoritarios presentes, es decir, que el balance iónico es cero. De esto se desprende que, frente a un análisis cuantitativo de una muestra de agua, cualquier desviación de este principio debe ser producto de un error analítico o a que alguno de los iones minoritarios o trazas, que no fue considerado en el análisis, tiene una concentración anormalmente alta.

La desviación del balance iónico, o error analítico, es en parte función de la concentración de elementos presentes en la muestra, la que queda expresada mediante la conductividad del agua, por lo cual en muestras con una muy baja concentración o conductividad (por ejemplo, muestras de lluvia) es esperable y admisible un mayor porcentaje de error (por ejemplo: 30% de error para una CE < 50 µS/cm ó 10% de error para una CE < 200 µS/cm; Custodio y Llamas, 2001). En general, suelen admitirse errores menores a un 10%, para aguas con baja salinidad o conductividad.

El resultado de este análisis indica que para las muestras de agua superficial y vertientes, el 58% de las muestras presentan valores de EN inferiores a 5%, 32 % de las muestras presentan valores de EN entre 5 y 10% y 10% de las muestras tienen valores de EN mayores que 10%. En la Figura 7.4 se presenta un histograma de frecuencia de los valores de electro neutralidad, donde se observa que todos los valores que están sobre el 5% son negativos, es decir, se producen porque la suma de aniones es mayor que la suma de cationes.

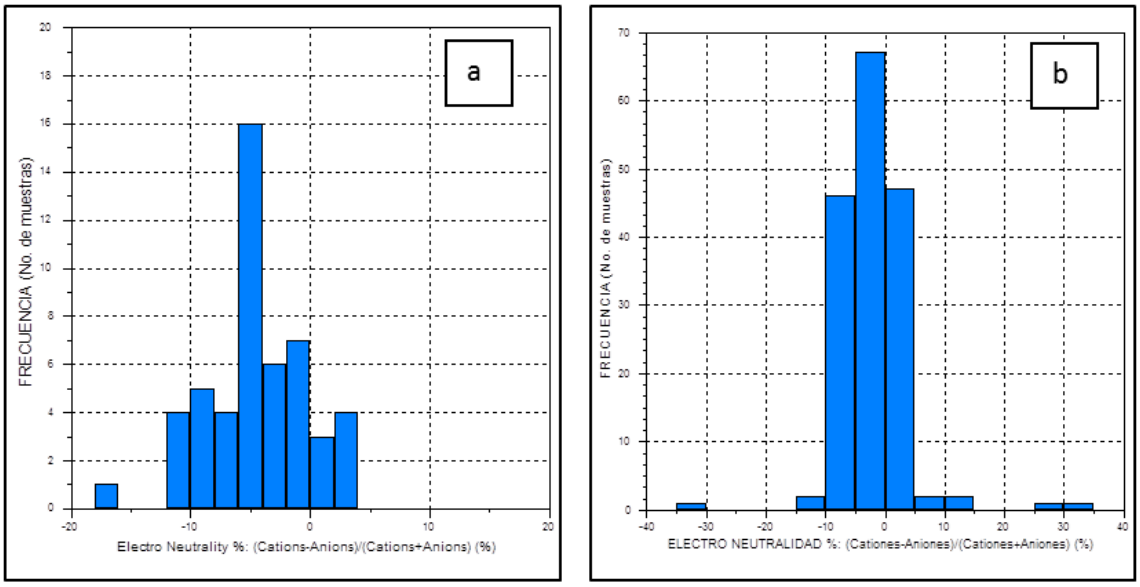


Figura 7.4: Histograma de frecuencia de los valores de electro neutralidad en muestras de: (a) agua superficial y vertientes y (b) aguas de pozos y norias.

En el caso de las muestras de pozos y norias, el 67% de las muestras tienen un valor de EN inferior a 5 %, 29% de las muestras presentan valores entre 5 y 10% y 4% tienen un valor de EN superior a 10%. Del mismo modo que para las aguas superficiales, en la Figura 7.4 se

presenta un histograma de frecuencia que resume el análisis de electro neutralidad, donde se observa, en este caso, que los valores de EN que superan el 10% son tanto negativos como positivos. Esto indica que hay casos en que existe déficit de cationes (valores negativos de EN) y otros donde la suma de aniones es inferior a la suma de cationes (valores positivos de EN).

Lo anterior podría deberse a que se trata de muestras con muy bajas concentraciones de todos los elementos analizados, como queda en evidencia por sus bajos valores de conductividad, que en las aguas superficiales se concentran bajo los 100 µS/cm (Figura 7.5) y en las aguas subterráneas, entre los 100 y 200 µS/cm (Figura 7.5). Esta característica de las aguas produce que cualquier variación en el análisis tenga proporcionalmente una alta influencia en la sumatoria de concentraciones iónicas. Por la misma razón, algunos elementos analizados se encuentran muy próximos o bajo el límite de detección analítico, incluso en iones que se consideran mayoritarios (por ejemplo, sulfato), por lo tanto sus valores pueden tener errores de determinación y en el caso de los valores bajo el límite de detección, estos corresponden a valores estimados debido a que para fines de este análisis se asignaron concentraciones iguales a la mitad del límite de detección analítico. Sin embargo, otra posibilidad es que existan otras sustancias iónicas, que no han sido determinados y que producen este desbalance de cargas.

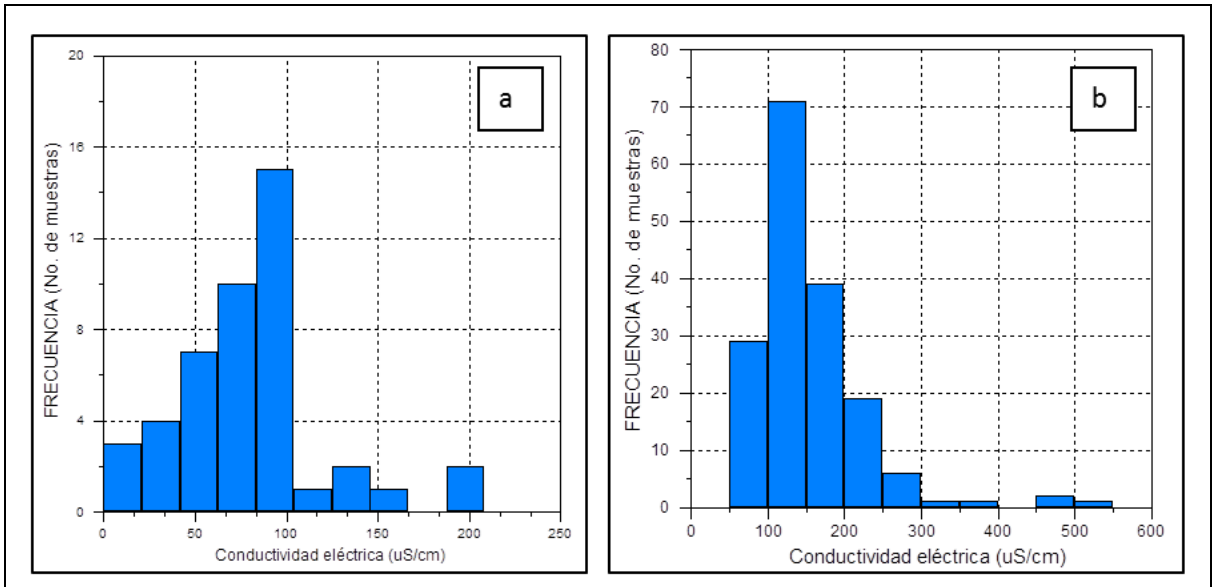


Figura 7.5: Histograma de frecuencia de los valores de conductividad eléctrica en muestras de: (a) agua superficial y vertientes y (b) aguas de pozos y norias.

Debido a que éste es un análisis preliminar de carácter orientativo, se han considerado todas las muestras analizadas para la determinación de la composición química de las muestras de agua.

7.6.3 Hidroquímica de las aguas superficiales y vertientes

Las muestras de aguas superficiales y vertientes recolectadas en la cuenca presentan valores totales de sólidos disueltos (TSD) entre 9 y 11.884 mg/l, es decir, varían entre aguas dulces y saladas, de acuerdo a la clasificación propuesta por Santibañez (2000). Valores de TSD inferiores a 50 mg/l se encuentran en la parte alta de la cuenca, en torno a los volcanes Osorno y Calbuco (excepto en el río Blanco después de la erupción del volcán Calbuco, en abril del 2015) y en el lago Llanquihue, en todo su entorno, hasta el punto de su desagüe en la ciudad Llanquihue, por lo que son aguas dulces. Los valores de TSD en las aguas del río Maullín se mantienen en torno a los 50 mg/l hasta el sector de El Salto (Fundo la Florida), mientras que aguas abajo de esta localidad, experimentan un paulatino aumento en su TSD y alcanzan el valor máximo determinado de 11.884 mg/l frente a la localidad de Lolcura, donde sus aguas son francamente saladas. También son saladas las aguas del río El Peñol, en su parte media, con un TSD de 7.512 mg/l. Lo anterior evidencia que la influencia de aguas marinas en el río Maullín y en algunos de sus tributarios alcanza, al menos, hasta la localidad de El Salto. Esto se encuentra en plena concordancia con la morfología de este cauce, que aguas abajo de esta localidad presenta un valle amplio y un trazado meandriforme que contrasta con el valle inscrito que se observa aguas arriba de este punto. Las lagunas muestreadas (Pichilaguna, Trapén y Lagunitas), presentan valores de TSD muy bajos, inferiores a 36 mg/l, por lo tanto son dulces. Las muestras recolectadas en el río Blanco, en el sector de Ensenada, después de la erupción del volcán Calbuco, reflejan la influencia del flujo piroclástico que descendió por este cauce, mediante un aumento de los valores de TSD, en relación a los valores del entorno, hasta alcanzar un valor de 300 mg/l, correspondiendo a aguas dulces, moderadamente mineralizadas.

En relación al pH, las muestras de agua superficial analizadas se encuentran entre 5,81 y 8,01. La muestra con menor valor de pH correspondiente a una vertiente localizada en el sector de Colonia Tres Puentes, representativa de la unidad hidrogeológica //C1, donde el agua emana bajo el contacto entre un depósito de flujo piroclástico (antiguo) y gravas arcillosas. Otras muestras que presentan pH inferior a 7 son las de las lagunas Trapén y

Lagunitas y algunas de las muestras tomadas en el entorno del volcán Calbuco, después de la erupción del 22 de abril, tales como las de los los ríos Pescado, Sur y Tepú. Por otra parte, la muestra que presenta el mayor pH corresponde a otra vertiente situada entre las localidades de Ensenada y Las Cascadas y que es representativa del acuífero libre C1. Cabe destacar que en el entorno del volcán Osorno se distinguen otras muestras con pH sobre 7,5 e incluso en el lago Llanquihue en la localidad de Las Cascadas presenta, en sucesivos muestreos, un pH superior a este valor y levemente mayor al pH de este lago en otros puntos de muestreo (Puerto Varas, La Poza, Puerto Octay).

En el diagrama de Piper de la Figura 7.6, donde se han diferenciado las muestras recolectadas en distintas campañas de terreno (Verano 2014, Verano 2015 y Post erupción volcán Calbuco) se observa que las muestras de aguas superficiales y vertientes son generalmente bicarbonatadas cálcicas o mixtas. Una excepción la constituyen, como es de esperar, las aguas del estuario del río Maullín, que son de tipo cloruradas sódicas, por la influencia del agua marina. Otra excepción son las aguas del río Blanco, en Ensenada, después de la erupción del volcán Calbuco, que tienen una composición mixta desde el punto de vista de los aniones, dada su similar abundancia de sulfato respecto de cloruro, pero con predominio de calcio sobre magnesio y sodio. Evidentemente, esta composición tiene su origen principalmente en los gases volcánicos, azufre y cloro, asociados al flujo piroclástico. Además, en el diagrama de Piper también se puede observar que otras muestras recolectadas en el entorno del volcán Calbuco, después de la erupción, aunque no han modificado sustancialmente su composición bicarbonatada cálcica, también presentan un leve aumento del sulfato.

Por otra parte, en el diagrama de Piper (Figura 7.6) se puede observar que las muestras tomadas en las lagunas Trapén y en el sector Lagunitas tienen una composición clorurada sódica, a pesar de que se trata de aguas con muy bajo contenido iónico, como lo evidencia su bajo TSD. Lo anterior podría deberse a que son aguas evaporadas, por cuanto corresponden a cuerpos de agua endorreicos o de lento drenaje subterráneo. Cabe destacar que las muestras de estas lagunas tienen valores calculados de electro neutralidad (EN) inferiores a 5%, por lo que su composición puede considerarse válida, a pesar de sus bajas concentraciones iónicas y que sus concentraciones de sulfato y nitrato han sido estimadas como equivalentes a la mitad del límite de detección analítico para cada parámetro.

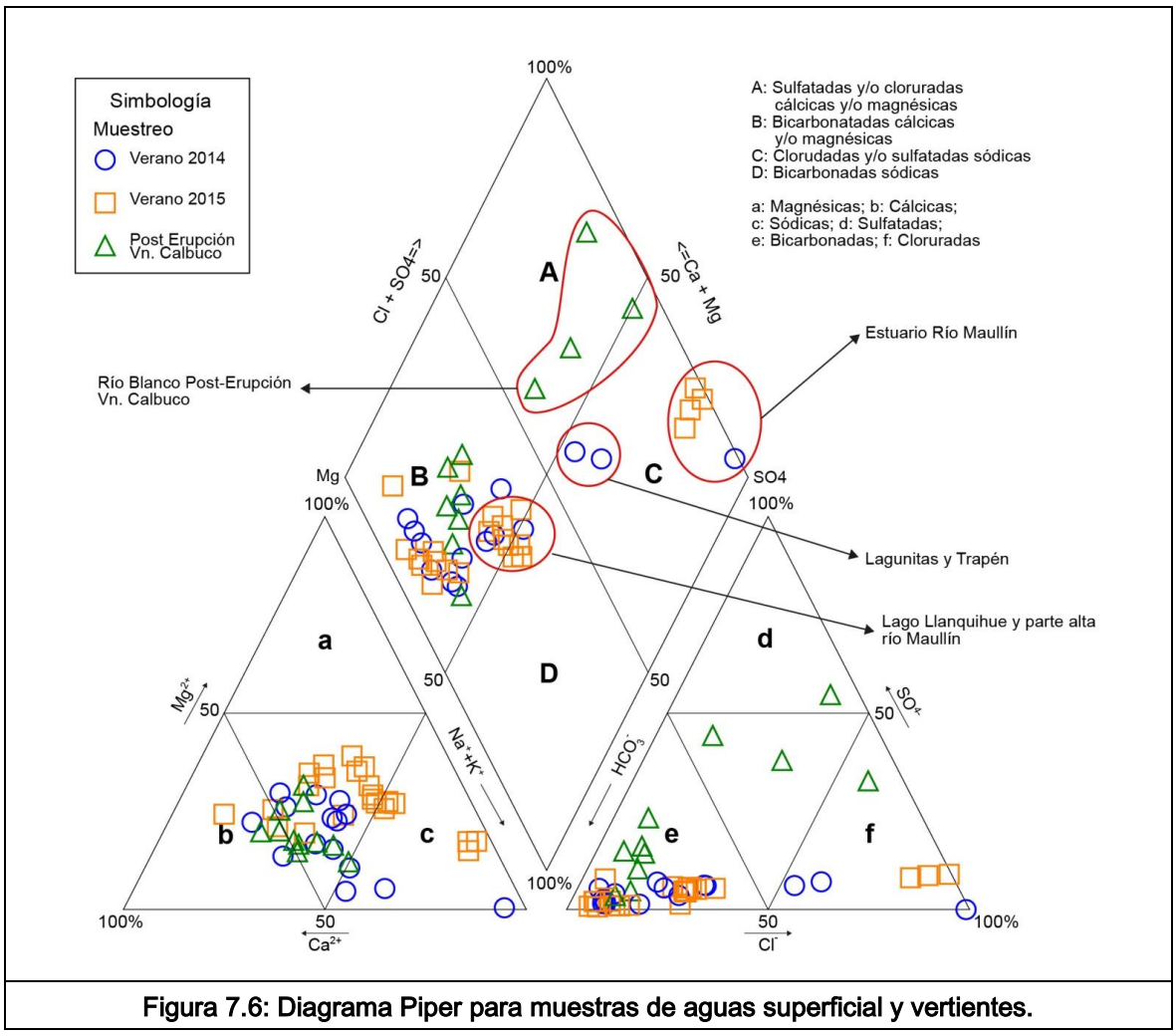


Figura 7.6: Diagrama Piper para muestras de aguas superficial y vertientes.

En el diagrama de Piper se puede distinguir, además, otro grupo de muestras que se encuentran en el límite entre las aguas de composición bicarbonatada cálcica y/o magnésica y las de composición bicarbonatada sódica, que corresponden a las muestras del lago Llanquihue, al río Maullín y a algunos tributarios de este río, mientras que las muestras que se sitúan francamente en el campo de las aguas bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas son, en general, obtenidas de la parte alta de la cuenca.

Respecto de los elementos traza analizados en estas muestras, éstos por lo general se encuentran bajo el límite de detección analítico, excepto en el caso de las concentraciones de hierro y manganeso, que alcanzan valores de hasta 1,247 mg/l (río Chinchihuapi) y 0,521 mg/l (río Blanco post erupción), respectivamente.

7.6.4 Hidroquímica de las aguas subterráneas (pozos y Norias)

Secuencia A1//A2

Las muestras de agua subterránea recolectadas desde pozos que perforan la secuencia hidrogeológica A1//A2 presentan contenidos de TSD entre 50 y 262 mg/l, es decir son 'dulces' y 'dulces, moderadamente mineralizadas'. Las muestras que poseen los valores más altos de TSD se encuentran en los sectores de Chinquihue Alto y Cardonal, en Puerto Montt, mientras que el pozo que tiene el valor más bajo se sitúa en el sector alto de Llanquihue. Sin embargo, los valores de TSD no tienen una relación clara con la distribución espacial ni con la profundidad de los pozos, a excepción del pozo P053, en el sector de Cardonal. Este pozo tiene 99 m de profundidad y se encuentra habilitado con cribas en dos niveles, que podrían corresponder a las unidades A1 y //A2. Además, presenta uno de los valores más altos de TSD, equivalente a 127 mg/l. El pH de las aguas que están presentes en esta secuencia se encuentra entre 7,15 y 8,04, con la mayor parte de los valores agrupados en torno a su promedio de 7,72. El valor más bajo (7,15) podría deberse a que la muestra correspondiente fue recolectada poco después de que el pozo (P454) se perforó y habilitó, puesto que un muestreo posterior en este mismo pozo indica un pH de 7,64.

En el diagrama de Piper (Figura 7.7) se observa que todas las muestras que perforan la secuencia A1//A2, a excepción de las correspondientes a los pozos P068 y P122, tienen composición bicarbonatada mixta, aunque con leve mayor tendencia hacia el extremo cálcico. La muestra del pozo P068, que tiene una composición clorurada mixta, pero con mayor proporción de sodio en relación al calcio y magnesio. Esta muestra tiene el valor más alto de TSD (262 mg/l) y, además, tiene una alta concentración de nitrato, de 68,6 mg/l, lo que podría indicar que presenta algún tipo de contaminación antrópica. Otra hipótesis para explicar esta composición, es que en este sector pudiera haber recarga desde una zona de humedales que se encuentra muy próxima y que se extiende hasta el sector de Lagunitas. Sin embargo, se debe mencionar que en este último sector se determinó una composición de tipo clorurada sódica para las aguas de una de las lagunas, con un valor de TDS muy inferior y sin concentraciones anómalas de nitrato. Con respecto al nitrato, se observa que el resto de las muestras tiene concentraciones, por lo general, bajo el límite de detección de 3 mg/l, con excepción de la muestra del pozo mencionado (P068) y de una muestra de un

pozo localizado en el sector de Cardonal (P231), también con valor de TSD relativamente alto (163 mg/l) y una concentración de nitrato equivalente a 10,4 mg/l.

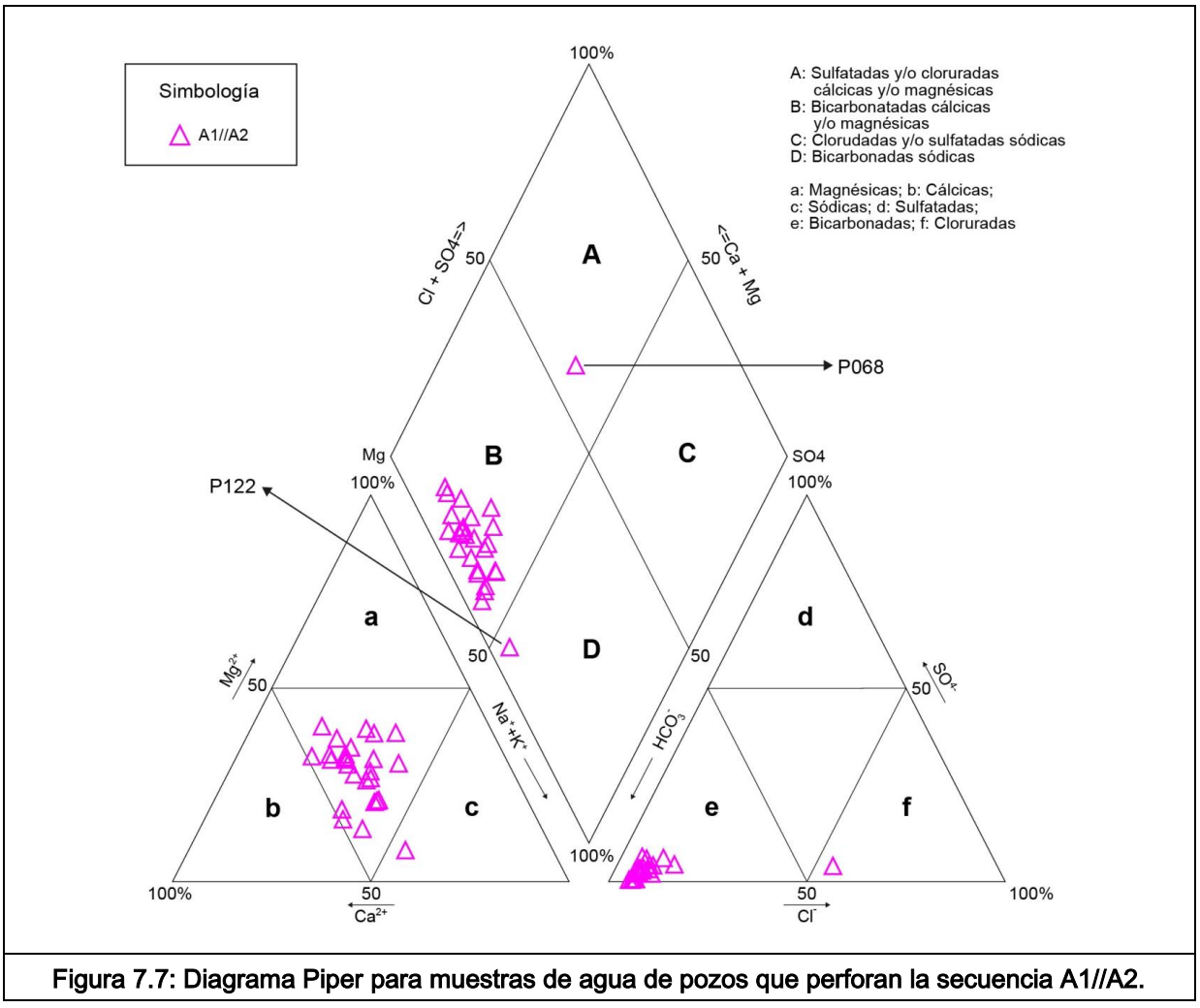


Figura 7.7: Diagrama Piper para muestras de agua de pozos que perforan la secuencia A1//A2.

Por otra parte, la muestra del pozo P122, localizado en el camino costero al NE de Frutillar Alto, tiene una composición bicarbonatada sódica, la que se debería a que este pozo, de 158 m de profundidad, se encuentra habilitado solamente en la unidad //A2, por lo tanto esta composición sería representativa de esta unidad

Entre los metales, los que presentan mayor interés son el hierro y el zinc. Las máximas concentraciones de hierro en pozos que perforan la secuencia A1//A2 alcanzan los 0,99 mg/l, medida en una muestra tomada en un pozo surgente localizado en el sector de Trapén (P063). Este pozo se caracteriza por tener una profundidad de 90 m y perforar un estrato de arcilla con turba, además de habilitar dos niveles saturados que podrían corresponder a las

unidades A1 y //A2. Otro pozo surgente del mismo sector (P419) presenta concentraciones de hierro de 0,79 mg/l y 0,16 mg/l en muestras tomadas en dos diferentes ocasiones (la segunda muestra tiene un EN >5%). Este pozo (P419) presenta también la más alta concentración de zinc entre todos los pozos muestreados y habilitados en esta secuencia, con un valor que alcanza los 0,62 mg/l.

Secuencia //A1//A2

Los valores de TSD en muestras de agua subterránea recolectadas desde pozos situados en la secuencia hidrogeológica //A1//A2, se encuentran entre 53 y 147 mg/l, por lo que corresponden a aguas 'dulce' y 'dulces, moderadamente mineralizadas'. En este caso, es posible observar una tendencia espacial de los valores de TSD, en que los menores valores se concentran, por lo general, en el entorno del lago Llanquihue, especialmente en el sector de Puerto Octay (P103), mientras que los mayores valores de TSD se localizan en los sectores más bajos de la cuenca, hacia el sector de Huayún (fuera de la cuenca) y Lagunitas. Los valores de pH se encuentran entre 6,97 y 8,2, con una débil tendencia a aumentar el pH con el incremento del TDS.

En el diagrama de Piper (Figura 7.8), las muestras de pozos que perforan la secuencia //A1//A2 se encuentran en el campo de las aguas bicarbonatadas cálcicas o bicarbonatadas mixtas, estas últimas con predominio de calcio y/o magnesio sobre sodio. En general, las muestras más cálcicas corresponden al entorno del Lago Llanquihue, mientras que las más ricas en magnesio se localizan hacia los sectores más bajos de la cuenca (Lagunitas y Trapén). Lo anterior, junto con la tendencia de los valores de TSD y pH, podría estar relacionado con un menor tiempo de tránsito de las aguas subterráneas y, por tanto, a una mayor similitud composicional con el agua de lluvia (generalmente bicarbonatada cálcica), en las partes altas de la cuenca.

Entre las concentraciones de nitrato, se destaca un valor de 12,5 mg/l en una muestra del pozo P472, localizado entre Frutillar y Puerto Octay, que podría relacionarse con el uso de fertilizantes, ganadería u otra actividad antrópica. Respecto de las concentraciones de metales, el hierro presenta valores de interés por alcanzar altas concentraciones, con un valor máximo de 7,03 mg/l en el pozo P073 ubicado en el sector de Trapén, y con un valor promedio de 0,45 mg/l. El manganeso alcanza las máximas concentraciones en los sectores de Huayún (P311) y El Yale (P442), ambos localizados fuera del límite de la cuenca

hidrográfica pero en la misma secuencia hidrogeológica, donde alcanza concentraciones de 0,97 y 0,93 mg/l, respectivamente. Las concentraciones de zinc alcanzan un valor máximo puntual de 0,43 mg/l en un pozo del sector Lagunitas.

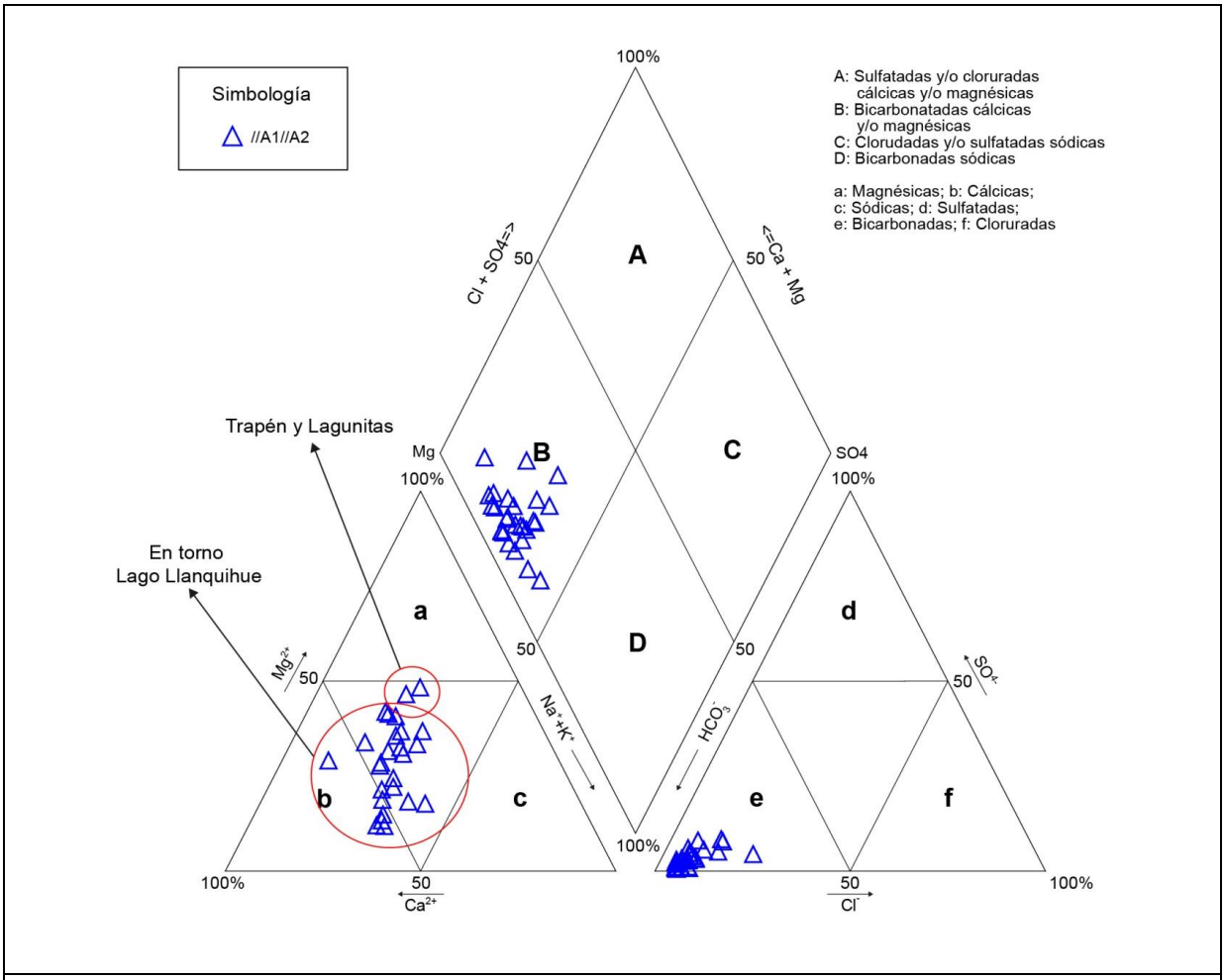


Figura 7.8: Diagrama Piper para muestras de agua de pozos que perforan la secuencia //A1//A2.

Secuencia A1/C1

Los valores de TSD en pozos y norias que perforan la secuencia A1/C1 (o sólo la unidad A1 en el caso de las norias poco profundas), principalmente en el borde sur del lago Llanquihue, se encuentran entre 42 y 96 mg/l, valores que corresponden a aguas 'dulces', sin distinción entre las que pertenecen a muestras recolectadas en norias y aquellas obtenidas de pozos profundos, aunque el número de muestras analizadas es limitado. Los valores de pH en muestras de estas captaciones se encuentran entre 7,42 y 8,15. Corresponden a aguas bicarbonatadas cálcicas y mixtas, pero con un mayor predominio de

calcio sobre sodio (Figura 7.9). Las concentraciones de nitrato en estas muestras se encuentran bajo el límite de detección analítico de 3,0 mg/l, con la excepción de una muestra tomada de la noria N491, que presenta un valor de 4,4 mg/l. Esta misma muestra presenta las mayores concentraciones de hierro y manganeso observadas en estas captaciones, con valores de 1,429 y 0,028 mg/l, respectivamente.

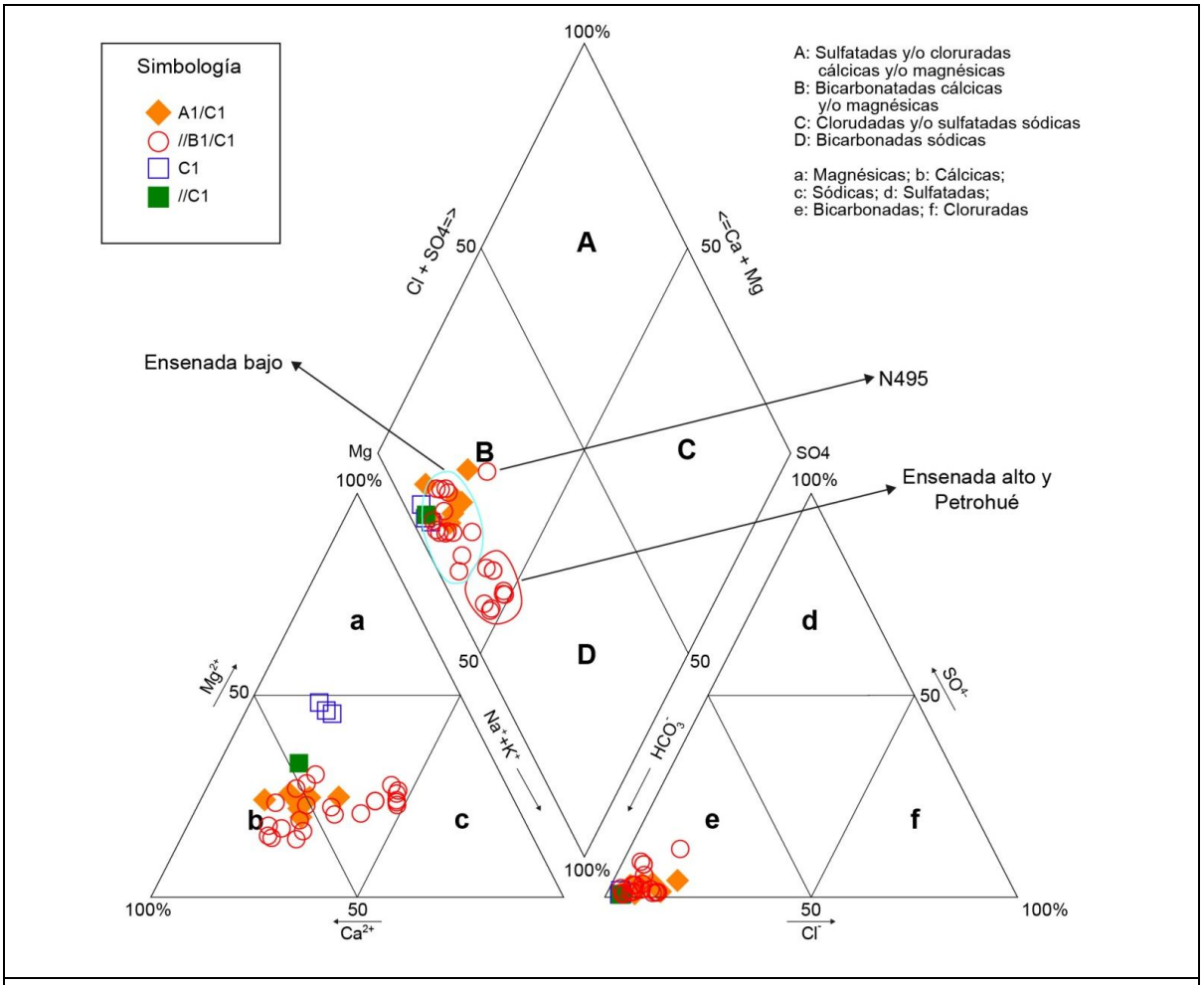


Figura 7.9: Diagrama Piper para muestras de agua de pozos que perforan las secuencias A1//C1 y //B1/C1, y las unidades C1 y //C1.

Unidad //A2

Las concentraciones TSD en muestras obtenidas en captaciones que habilitan la unidad //A2 se encuentran entre 34 y 131 mg/l y corresponden a aguas 'dulces' a 'dulces, moderadamente mineralizadas'. Espacialmente no se observa una tendencia clara que

relacione las direcciones de flujo del agua subterránea (determinadas a partir de las isopiezas) con las concentraciones TSD, probablemente debido a que este valor está también determinado por otros factores tales como la profundidad del pozo y las condiciones locales de recarga de las aguas. Sin embargo, se observa que las mayores concentraciones de TDS determinadas en muestras de esta unidad se asocian a la parte baja de la cuenca, en el área próxima al estuario del río Maullín (Lolcura, Cumbre del Barro, Puelpún, Olmopulli y Las Chilcas). Los valores de pH en estas muestras se encuentran entre 6,45 y 8,31, valores que, en general, aumentan con el incremento del TSD, por lo que los valores de pH más altos se encuentran también en la parte baja de la cuenca. Esta condición podría evidenciar mayores tiempos de residencia del agua subterránea en estos sectores o bien están asociados a contaminación antrópica.

En el diagrama de Piper (Figura 7.10) se observa que la mayor parte de las muestras de la unidad //A2 se clasifican como aguas bicarbonatadas mixtas, con menor proporción de aguas bicarbonatadas cálcicas y, excepcionalmente, magnésicas. Sin embargo, las muestras de los pozos P500, P535, P421 y P161, todos localizados en la parte baja de la cuenca (Los Muermos y parte inferior de la subcuenca del río Quenuir), presentan una composición en el campo de las aguas cloruradas mixtas o se encuentran muy próximas a este campo, separándose del resto de las muestras. Lo anterior coincide, además, con mayores concentraciones de nitrato en las muestras de este sector, que alcanzan un valor máximo de 30,3 mg/l en el pozo P500, localizado en un sector agrícola próximo a Los Muermos. Lo anterior podría indicar que la composición de las aguas, los valores de TDS, el pH y las altas concentraciones de nitrato podrían correlacionarse con actividades antrópicas de tipo agrícola y ganadera desarrolladas en este sector de la cuenca, aunque por su localización no se puede descartar la influencia de tiempos de residencia relativamente prolongados del agua subterránea.

Los metales, como hierro, manganeso y zinc, en general se presentan en concentraciones bajas. El hierro alcanza una concentración máxima de 0,422 mg/l en el pozo P001, localizado en el sector de Cumbre del Barro y el manganeso alcanza una concentración máxima similar a la del hierro (0,486 mg/l) en el pozo P147, del sector de Paraguay Chico. El zinc es el metal que alcanza el valor puntual más destacado, de 1,46 mg/l, en un pozo del sector Nueva Braunau (P548).

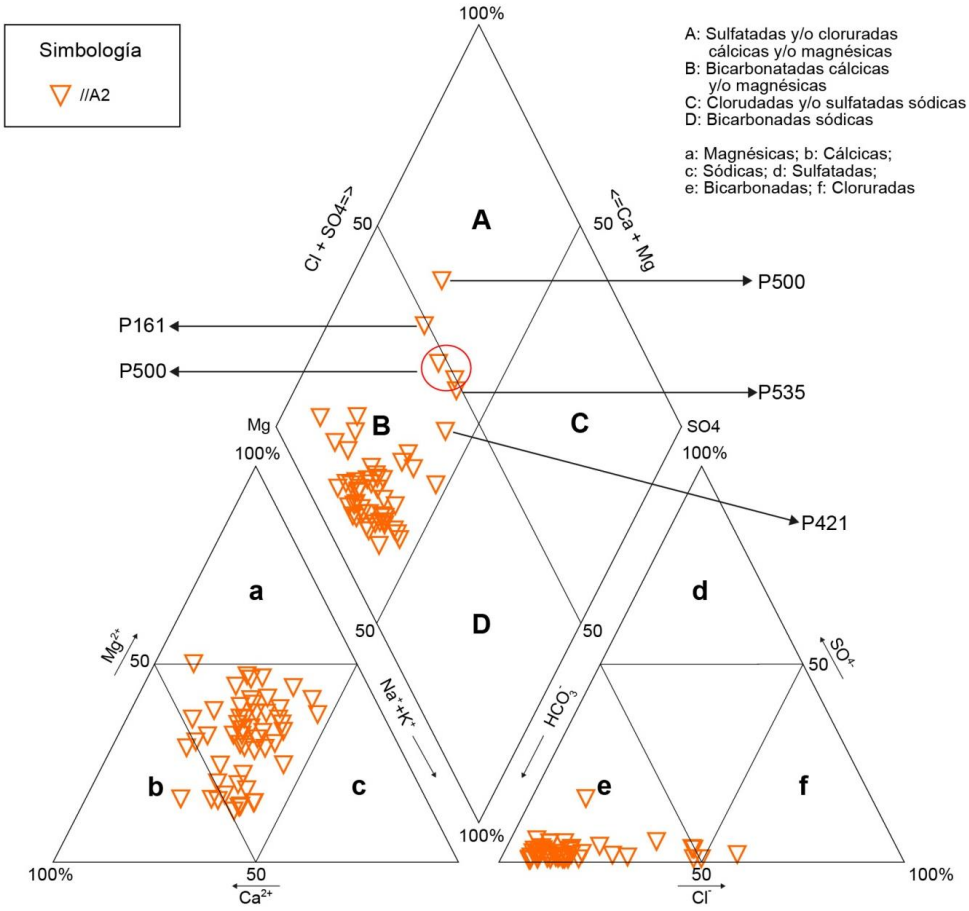


Figura 7.10: Diagrama Piper para muestras de agua de pozos que perforan la unidad //A2.

Secuencia A3//A2

Las aguas de las captaciones que perforan la secuencia A3//A2, algunas de las cuales probablemente habilitan con cribas ambas unidades, presentan concentraciones TSD entre 48 y 276 mg/l, por lo que corresponden a aguas 'dulces' y 'dulces, moderadamente mineralizadas'. En general, las aguas dulces, con menores TSD, se encuentran en el sector de Puerto Octay, aunque también existen pozos localizados en sectores más bajos de la cuenca, como El Tepual (P238), que presentan bajas concentraciones TSD. Lo anterior, probablemente se debe a que la unidad A3 se encuentra, generalmente, libre de confinamiento por lo que recibe la recarga directa de las precipitaciones. Los valores de TSD más altos se encuentran en la zona urbana de Frutillar o muy próximos a esta ciudad (P502,

P503 y P007), con valores de hasta 276 mg/l. Los valores de pH determinados en estas muestras se encuentran entre 6,79 y 8,39, donde los máximos se asocian a muestras del sector de Frutillar.

En el diagrama Piper (Figura 7.11) se puede observar que todas las muestras de pozos que perforan la secuencia A3//A2 se clasifican como aguas bicarbonatadas mixtas o bicarbonatadas cálcicas. Sin embargo, se distinguen 4 muestras por sus mayores concentraciones de cloruro, correspondientes al pozo P502 (2 muestras), situado en el sector urbano de Frutillar, y los pozos P130 y P321, localizados en los sectores de río Gómez y Lagunitas, respectivamente.

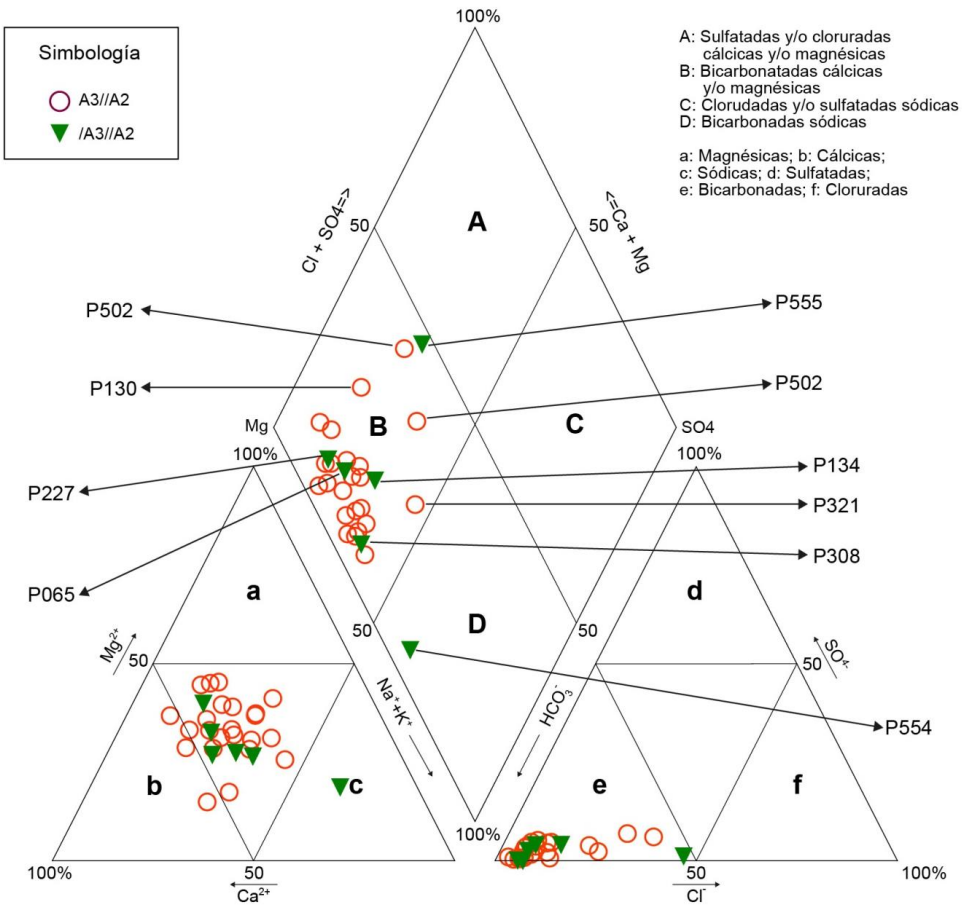


Figura 7.11: Diagrama Piper para muestras de agua de pozos que perforan las secuencias A3//A2 y /A3//A2.

En el caso de las muestras del pozo P502, del sector de Frutillar, éstas presentan, además, altas concentraciones de nitrato (20,8 y 15,7 mg/l), al igual que ocurre en las muestras de otros pozos de mismo sector (P503: 12,6 mg/l NO_3 y P007: 15,5 mg/l NO_3). Lo anterior podría indicar que este sector se encuentra afectado de manera incipiente por algún tipo de contaminación antrópica, asociada a actividades urbanas o industriales, o a filtraciones del sistema de alcantarillado. Las concentraciones de nitrato en el resto de los pozos que perforan esta secuencia se encuentra casi invariablemente bajo el límite de detección analítico de 3,0 mg/l.

En cuanto a la muestra de un pozo localizado próximo al cauce del río Gómez (P130), su relativamente alta concentración de cloruro (24,20 mg/l) se asocia a concentraciones también relativamente altas de hierro (0,812 mg/l) y manganeso (0,554 mg/l), condición que se repite en la muestra del pozo P509, situado muy cerca del anterior y que presenta las concentraciones más altas de hierro y manganeso observadas en pozos que perforan esta secuencia, con valores de 1,946 mg/l y 0,733 mg/l, respectivamente. Lo anterior podría deberse a condiciones particulares del sector, tales como un aporte de agua desde el río Gómez, cuya composición se desconoce, y a las condiciones de óxido-reducción del agua subterránea en ese sector.

En la muestra del pozo del sector Lagunitas (P321), el origen de una mayor proporción de cloruro (14,9 mg/l) podría deberse a una recarga desde las lagunas y humedales localizados en ese sector y que tienen una composición clorurada.

Secuencia /A3//A2

Las muestras recolectadas desde pozos que perforan la secuencia /A3//A2 se localizan en el entorno del lago Llanquihue, en las ciudades de Llanquihue y Puerto Varas, y en el camino a Ensenada. No se obtuvieron muestras de pozos situados en el sector de Alerce, cuyas características químicas podrían ser diferentes.

Las concentraciones TSD en muestras de pozos en la secuencia /A3//A2 se encuentran entre 64 y 135 mg/l, es decir, varían entre ‘dulces’ y ‘dulces, moderadamente mineralizadas’. Los menores valores de TSD se encuentran en las muestras localizadas camino a Ensenada, aumentando progresivamente hacia Puerto Varas y Llanquihue. El pH determinado en estas muestras se encuentra entre 7,16 y 8,14.

En el diagrama de Piper (Figura 7.11) se observa que las aguas de los pozos situados en el camino a Ensenada (P065 y P059) y en la ciudad de Puerto Varas (P134) se clasifican como aguas bicarbonatadas mixtas, aunque tienden hacia el extremo cálcico en el triángulo de los cationes. Las aguas de los tres pozos muestreados y situados en la ciudad de Llanquihue, difieren entre sí: El pozo P554 presenta una composición bicarbonatada sódica; el pozo P555 tiene una composición bicarbonatada mixta pero en el límite de las aguas cloruradas; y la muestra del pozo P308 es bicarbonatada mixta. Al respecto, se debe considerar que, si bien los pozos se sitúan a escasa distancia, sus habilitaciones tienen profundidades diferentes. En efecto, el pozo P554 alcanza 200 m de profundidad y atraviesa un nivel confinante que lo hace ser surgente (aunque no se dispone de su estratigrafía ni habilitación), en tanto el pozo P555 alcanza sólo hasta los 23 m de profundidad. Por último, el pozo P308 tiene 90 m de profundidad. De lo anterior, es posible inferir que las aguas de la unidad //A2, captadas por el pozo profundo P554, tienen una composición bicarbonatada sódica, mientras que las aguas de la unidad /A3, reconocidas en el pozo P308 y en el pozo más somero P555, son bicarbonatadas mixtas, con alguna influencia de aguas cloruradas en este último. Esta composición clorurada de las aguas del pozo más somero (36,20 mg/l de Cl^-) podría indicar algún tipo de contaminación antrópica, lo que coincide con una concentración de nitratos de 6,22 mg/l medida en este pozo. Hay que destacar que en los otros dos pozos, este último compuesto se encuentra bajo el límite de detección analítico de 3 mg/l, lo que acentúa el posible carácter antrópico en el origen de estos dos parámetros hidroquímicos. De igual forma, los pozos situados en el camino a Ensenada y en Puerto Varas, tienen concentraciones de nitrato bajo el límite de detección.

Las concentraciones de hierro, manganeso y zinc son relativamente bajas en estos pozos y alcanzan concentraciones máximas puntuales de 0,144 mg/l, 0,163 mg/l y 0,024 mg/l, respectivamente, valores que corresponden a pozos diferentes.

Secuencia //B1/C1

Las concentraciones TSD en muestras de pozos en la secuencia //B1/C1 se encuentran entre 29 y 91 mg/l y corresponden a aguas ‘dulces’. Estas bajas concentraciones de TSD pueden ser atribuidas a los cortos tiempos de tránsito del agua subterránea en estas unidades, debido a la recarga por infiltración directa de las precipitaciones en los sectores más altos (volcán Calbuco). Los valores de pH se encuentran entre 6,53 y 8,02.

Las composiciones de estas aguas son bicarbonatadas cálcicas o bicarbonatadas mixtas, estas últimas con mayor proporción de calcio y sodio en relación al magnesio, de acuerdo al diagrama de Piper (Figura 7.9). Lo anterior, permite distinguir dos grupos, las aguas bicarbonatadas cálcicas corresponden al sector de Ensenada bajo, mientras que las de composición bicarbonatada mixta se encuentran en pozos del Ensenada alto (faldeos de volcán Calbuco) y río Petrohué (fuera del límite de la cuenca). Lo anterior podría deberse a que los pozos de la parte baja de Ensenada podrían recibir aportes directos del agua de lluvia o del lago Llanquihue, por tener menor grado de confinamiento, mientras que en los sectores más altos y en el valle del río Petrohué la unidad se encuentra confinada, lo que queda de manifiesto porque varios de estos pozos son surgentes, por lo tanto la recarga de las precipitaciones no es directa. En este diagrama se observa, además, que sólo una muestra se encuentra desplazada del resto, por una proporción levemente mayor de sulfato y cloruro. Dicha muestra corresponde a una noria situada dentro de un predio ganadero en el sector de río Pescado (N495), lo que podría explicar esta leve desviación de ambos parámetros. No obstante, debido a su bajo TSD, equivalente a 50 mg/l, este incremento no se considera significativo.

El nitrato alcanza concentraciones significativas en las aguas de algunos pozos que perforan estas unidades, con valores de hasta 15,3 mg/l en los pozos P431, P432 y P480 en el sector de río Petrohué, camino a Ralún (fuera del límite de la cuenca). Otros pozos del sector de Ensenada (P477, P180 y P430) mostraron, en algunos de los muestreos, valores entre 3,11 y 6,22 mg/l de nitrato, mientras que la mayor parte de las aguas tienen concentraciones inferiores al límite de detección analítico ya mencionado.

Algunos de los pozos que perforan esta secuencia presentan concentraciones relativamente altas de hierro, que alcanzan un valor máximo de 1,92 mg/l en la noria N493 del sector de río Pescado y con valores entre 0,882 y 0,659 mg/l en el pozo P430 del sector de Ensenada. Estos valores probablemente se deben al estado de óxido-reducción de las aguas, que favorece que el hierro se encuentre en forma disuelta, o a otras condiciones naturales.

Unidades C1 y //C1

Sólo se dispone de cuatro muestras correspondientes a dos pozos; uno localizado en el sector La Picada (fuera de la cuenca) y que perfora la unidad C1 (P426), desde el cual se obtuvieron tres muestras, y otro pozo situado en la localidad de Colonia Tres Puentes

(P136), que es representativo de la unidad //C1. La descripción de estas muestras, dado su bajo número, se hará en conjunto.

Las concentraciones TSD en estas muestras se encuentran entre 86 y 97 mg/l y corresponden a aguas 'dulces' en ambas situaciones, ya sea cuando la unidad se encuentra en condición libre o cuando la unidad está confinada. Sin embargo, el pH, que se encuentra entre 7,33 y 8,12, tiene su valor máximo cuando la unidad se encuentra confinada (//C1).

En el diagrama de Piper (Figura 7.9) estas aguas se clasifican como bicarbonatadas mixtas, con alta proporción de magnesio en las muestras correspondiente a la unidad C1 y mayor proporción de calcio en la muestra de la unidad //C1. Esta diferencia podría deberse a que el pozo representativo de la unidad C1 se encuentra en el entorno del volcán Osorno, mientras que pozo el correspondiente a la unidad //C1 se localiza en rocas y depósitos del volcán Calbuco, considerando que ambos edificios volcánicos están compuestos por rocas de diferente composición química.

Sin embargo, las aguas de ambos pozos presentan altas concentraciones de hierro, de hasta 2,86 mg/l en la unidad C1 y de 3,9 mg/l en la unidad //C1. En este caso, la mayor concentración de hierro, en la muestra de la unidad //C1, podría deberse a su carácter confinado, con un ambiente reductor que favorece que el hierro se encuentre en forma disuelta. Por otra parte, el molibdeno alcanza una concentración máxima de 0,611 mg/l en la unidad C1, mientras que cuando la unidad se encuentra confinada este elemento se presenta bajo el límite de detección analítico.

7.6.5 Parámetros de calidad

La calidad del agua para consumo humano en Chile se encuentra regulado mediante la norma NCh. 409/1 (INN, 2005), donde se establecen los valores límites de concentración para los diferentes parámetros químicos considerados. De acuerdo a estos límites, en las muestras de la cuenca del río Maullín, incluyendo aguas superficiales y subterráneas, el parámetro que con mayor frecuencia excede la norma corresponde al hierro (41 muestras). En segundo lugar, se encuentra el manganeso (38 muestras) y con una frecuencia mucho menor el pH (6 muestras), arsénico (6 muestras), TSD (3 muestras), cloruro (3 muestras), magnesio (2 muestras), sulfato (2 muestras), nitrato (1 muestra) y selenio (1 muestra).

Por otra parte, la norma NCh. 1333 (INN, 1987) regula la calidad del agua destinada para uso de riego, estableciendo valores límites diferentes para algunos de los parámetros considerados en la norma anterior, además de otros parámetros no incluidos en aquella. Al comparar las concentraciones determinadas para las muestras recolectadas en este estudio, se obtiene que el parámetro con mayor frecuencia de excedencia es el manganeso (25 muestras). Con mucha menor frecuencia, exceden la norma de agua para riego las concentraciones de cloruro (5 muestras), sulfato (2 muestras), hierro (2 muestras) además de flúor, boro, cobre, selenio y vanadio (1 muestra cada uno).

En el Anexo H, que contiene los resultados de los análisis químicos de las muestras analizadas, se destacan con color naranjo los valores de los parámetros que exceden la norma de agua potable y con color púrpura los valores que exceden la norma de riego. Los valores de los parámetros que exceden ambas normas se destacan en rojo. Además, en el Anexo I se presentan tablas resumen de los parámetros excedidos en cada una de las muestras que sobrepasan las normas mencionadas y se indican los sectores de proveniencia de estas muestras.

El hierro disuelto en el agua se origina por la meteorización química de las rocas y sus minerales constituyentes, algunos de los cuales contienen hierro en su estructura, tales como anfíbola, piroxeno y biotita, además de accesorios como magnetita y sulfuros como la pirita. El hierro se encuentra en diferentes estados de oxidación y en condiciones reductoras predomina el hierro ferroso (Fe^{+2}), que presenta una mayor solubilidad. Por esta razón, en acuíferos confinados o donde los materiales del acuífero incluyen capas de materia orgánica, las condiciones reductoras dan como resultado altas concentraciones de hierro (Páez *et al.*, 2014). Además, altas concentraciones de hierro en las aguas se han asociado a materiales volcánicos, como ocurre en el sector de Alerce (Antinao *et al.*, 2000). En consecuencia, altas concentraciones de hierro pueden ser propias del medio natural y no señalan directamente una actividad antrópica potencialmente contaminante.

La movilidad del manganeso es relativamente similar a la del hierro, siendo más móvil en ambientes reductores, razón por la cual altas concentraciones de hierro frecuentemente se asocian a concentraciones también altas de manganeso (Páez *et al.*, 2014).

Las altas concentraciones de arsénico, flúor y boro se detectan casi exclusivamente en muestras de agua superficial recolectadas en el entorno del volcán Calbuco, después de la

erupción del 22 de abril de 2015, especialmente en las aguas del río Blanco, en el sector de Ensenada, que encausó el flujo piroclástico derivado de esta erupción. Este mismo fenómeno explica algunos valores de pH que se encuentran bajo el límite inferior de la norma NCh. 409/1 (INN, 2005). Cabe destacar que las condiciones referidas constituyeron un evento local y transitorio.

Otros valores bajos de pH, fuera de la influencia del volcán Calbuco, podrían deberse, por una parte, a que conservan la cualidad ácida del agua de lluvia, y por otra, a que la circulación del agua a través del suelo podría favorecer la disolución de CO_2 producido por respiración biológica y microbiológica en el suelo, formando ácido carbónico y aportando acidez al agua.

Concentraciones anómalas de arsénico, detectados puntualmente en otras localidades, como Cumbre del Barro y valores altos de otros elementos como cobre, vanadio y selenio, deben ser analizados con mayor detalle, puesto que no se tiene antecedentes que expliquen estas concentraciones.

Las concentraciones de sulfato, cloruro, magnesio y TSD que superan las normas de riego y agua potable, se asocian a aguas superficiales en la zona de influencia del agua marina en el estuario del río Maullín.

Finalmente, altas concentraciones de nitrato pueden estar asociadas a la percolación de aguas negras en sectores sin alcantarillado o filtración desde este sistema en áreas urbanas, al aporte de fertilizantes nitrogenados y a la actividad ganadera en zonas rurales. Por otra parte, no existen antecedentes que analicen el aporte de nitratos que podría producir la infiltración hacia el agua subterránea de aguas almacenadas en zonas de humedales y turberas, pero dada su alto contenido de materia orgánica es una posibilidad que debe ser considerada en futuros análisis.

8 MODELO CONCEPTUAL HIDROGEOLÓGICO

El modelo conceptual del estudio se encuentra en elaboración, sin embargo, los datos con que se cuenta hasta la fecha de elaboración del presente informe permiten definir parte de las propiedades de funcionamiento del sistema acuífero en la zona de estudio.

Los acuíferos en la cuenca del río Maullín, son predominantemente de tipo granular y se encuentran principalmente, en depósitos de origen glacial y fluvio-glacial, de las de las glaciaciones Llanquihue y Santa María. Se evidencia, en estos acuíferos, una condición de confinamiento variable.

Dado que no se cuenta con información geológica en profundidad con el detalle y la confiabilidad adecuada para una estimación de propiedades hidráulicas, se desconoce el espesor real del sistema acuífero, debido a que no es posible descartar la existencia de unidades impermeables de gran extensión dentro de la base de la unidad A2 o en la unidad C2, que generen un límite inferior para el sistema acuífero estudiado, con lo cual solo puede asumirse un espesor máximo de al menos 250 m.

La principal entrada de agua al sistema acuífero es la infiltración efectiva de las precipitaciones, a la que se le suman en una manera proporcionalmente muy reducida las pérdidas en la red de agua potable en el área urbana y la infiltración por efectos de regadío en los sectores de cultivos (letras A, B y C, Figura 8.1). Las de agua del sistema acuífero son: la descarga hacia el río Maullín y lago Llanquihue, las vertientes y los pozos de extracción (letras V, W, X, Y y Z, Figura 8.1).

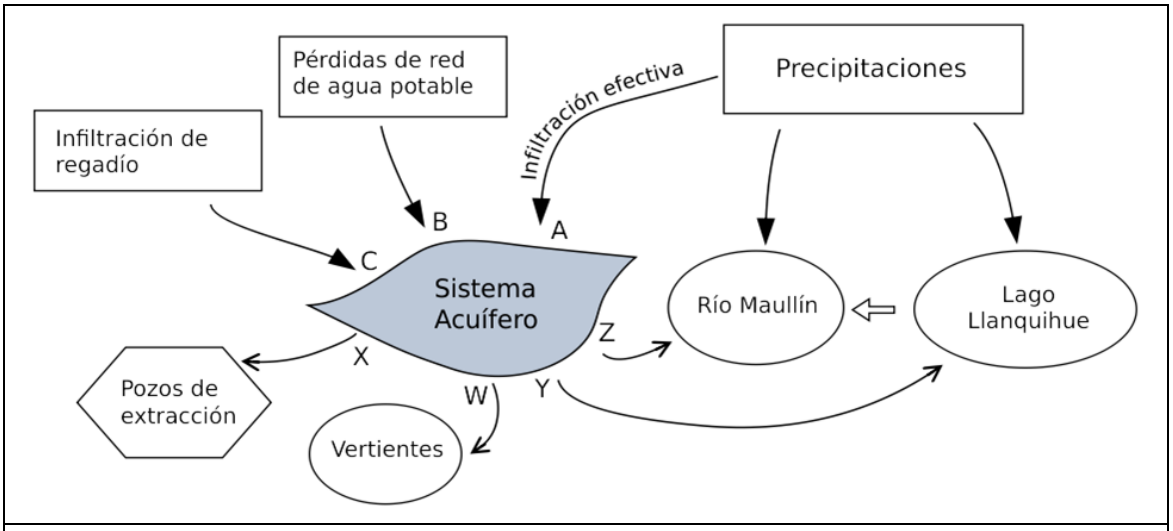


Figura 8.1: Esquema de modelo hidrogeológico conceptual de la cuenca del río Maullín

9 CONCLUSIONES

Sobre la base de la información recopilada, generada, tratada e interpretada hasta la fecha, se desarrolla la caracterización hidrogeológica de la cuenca del río Maullín, que constituye un documento de avance del estudio hidrogeológico que se encuentra en proceso. En la etapa siguiente del estudio, se realizarán nuevas campañas de trabajo de campo donde se continuará con la recopilación de datos y muestras que permitirá completar la información de la piezometría, hidráulica, hidroquímica e isotopía de la cuenca. Con toda esta información, se terminará la elaboración del modelo hidrogeológico conceptual de la cuenca cumpliéndose con los objetivos propuestos.

10 AGRADECIMIENTOS

Al Servicio Nacional de Geología y Minería por el financiamiento de este estudio a través de fondos sectoriales. A los particulares y empresas de la Región de Los Lagos que aportaron información y permitieron el acceso a sus captaciones de agua para la toma de datos y muestras. A todo el personal de la Oficina Técnica Puerto Varas de SERNAGEOMIN que colaboró en la ejecución de este informe, especialmente a Eduardo Córdova, Alejandro Ramos e Ignacio Bascuñán, encargados de la cartografía.

11 REFERENCIAS

Aguilera, F.; Honores, C.; Lemus, M., Neira, H.; Pérez, Y; Rojas, J. 2014. Evaluación de los recursos geotérmicos de la Región de Los Lagos. Servicio Nacional de Geología y Minería, Informe Registrado.

Andersen, B. G; Denton, G. H.;Lowell, T. V. 1999. Glacial Geomorphologic Maps of Llanquihue Drift in the Area of the Southern Lake District, Chile. Geografiska Annaler 81: 155-166.

Antinao R., J. L. ; Clayton, James D. ; Santibáñez B., Isabel ; Toloczyki, Markus ; Schwerdtfeger, Beate ; Hanisch, Jörg ; Kruck, Wolfgang. 2000. Geología para el ordenamiento territorial: estudio geoambiental del área Puerto Montt-Frutillar, X región de Los Lagos. SERNAGEOMIN, Boletín No. 55.

Arenas, M.; Jara, C.; Milovic, J.; Pérez, Y.; Troncoso, R.; Behlau, J.; Hanisch, J.; Helms, F. 2005. Geología para el ordenamiento territorial: área de Valdivia, Región de Los Lagos. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Ambiental, No. 8, 79 p., 6 mapas escala 1:100.000, 1 mapa escala 1:25.000. Santiago.

Börgel, R. 1983. Geografía de Chile: Geomorfología. Instituto Geográfico Militar: 182 p. Chile.

Cembrano, J.; Schermer, E.; Lavenu, A.; Sanhueza, A. 2000. Contrasting nature of deformation along an intra-arc shear zone, the Liquiñi-Ofqui fault zone, southern Chilean Andes.Tectonophysics, Vol. 319, p. 129-149.

Clayton, J.; Antinao R., J. L.; SERNAGEOMIN. 2000. Área de Pargua-Calbuco, región de Los Lagos, Escala 1:100.000. Santiago: SERNAGEOMIN : 1 mapa pleg. (Mapas Geológicos: n.16).

Clayton, J.; Spencer, J. 1998. Datación de luminiscencia en depósitos glaciales y piroclásticos en la cuenca de Llanquihue, Chile. : 14 p.

Coen, K.M.; Finney, S.C.; Gibbard, P.L. & Fan, J.-X. 2013. The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes 36: 199-204.

Custodio, E; Llamas, M.R. 2001. Hidrología Subterránea. 2ª Edición. Omega. Barcelona. España. 2350p

Denton G.H.; Lowell T.V.; Heusser C.J.; Schluchter C.; Andersen B.G.; Heusser L.E.; Moreno P.I.; Marchant D.R. 1999. Geomorphology, stratigraphy, and radiocarbon chronology of Llanquihue Drift in the area of the Southern Lake District, Seno Reloncaví, and Isla Grande de Chiloe, Chile. Geografiska Annaler Series A: Physical Geography 81A: 167–229.

Duhart, P. 1999. Geología del basamento metamórfico de la Cordillera de la Costa entre los 41º00'- 42º00'L.S, X. región, Chile: consideraciones geocronológicas. Memoria de título 158 p., il.col; 1 p. pleg. + 1 mapa pleg en bolsillo.

Duhart, P.; Lara, L.; Pérez, Y.; Rodríguez, C.; Antinao J.; Clayton, J.;McDonough, M.; Fonseca, E.; Muñoz, J. 1998. Estudio Geológico-Económico de la Xa Región Norte. Informe Registrado SERNAGEOMIN. Volumen 2. 191p.

Duhart, P.; McDonough, M.; Muñoz, J.; Martin, M.; Villeneuve, M. 2001. El Complejo Metamórfico Bahía Mansa en la cordillera de la Costa del centro-sur de Chile (39°30'-42°00'S): geocronología K-Ar, 40Ar/39Ar y U-Pb e implicancias en la evolución del margen sur-occidental de Gondwana. Revista Geológica Chile 2001, 28:179–208.

Elgueta, S.; Duhart, P.; Le Roux, J.; McDonough, M.; Urqueta, E.; SERNAGEOMIN. Estratigrafia y sedimentologia de las cuencas terciarias de la región de Los Lagos (39-41°30´S) (Monografias). Santiago: SERNAGEOMIN, 2000. 50p.: il; 2 h. pleg (Boletin: n.57)

Empresa Nacional de Petróleo (ENAP), 1974. Informe Geológico Pozo: Carrion N°1. Archivo Técnico 622.18/009, 66 p.

Empresa Nacional de Petróleo (ENAP). 1981. Informe Geológico Pozo: Cañitas N°1 (Ex – Muermo B). Archivo Técnico 622.18008, 75 p.

Empresa Nacional de Petróleo (ENAP). 1981. Informe Geológico Pozo: Paraguay N°1. Archivo Técnico 622.18/069, 34 p.

Empresa Nacional de Petróleo (ENAP). 1981. Informe Geológico Pozo: Puerto Montt N°1. Archivo Técnico 622.18/078, 120 p.

Empresa Nacional de Petróleo (ENAP). 1981. Informe Geológico Pozo: Maullin N°1. Archivo Técnico 622.18/011, 110 p.

Empresa Nacional de Petróleo (ENAP). 1981. Informe Geológico Pozo: Colegual N°1. Archivo Técnico 622.18/027, 73 p.

Empresa Nacional de Petróleo (ENAP). 1981. Informe Geológico Pozo: Colegual N°2. Archivo Técnico 622.18/011, 110 p.

Empresa Nacional de Petróleo (ENAP). 1981. Informe Geológico Pozo: Los Muermos N°3 (Ex – G). Archivo Técnico 622.18/050, 67 p.

Empresa Nacional de Petróleo (ENAP). 1981. Informe Geológico Pozo: Los Muermos N°2. Archivo Técnico 622.18/049, 91 p.

Empresa Nacional de Petróleo (ENAP). 1983. Informe Geológico Pozo: Los Muermos N°1. Archivo Técnico 622.18/078, 89 p.

Empresa Nacional de Petróleo (ENAP). 1983. Los Muermos N°1. Archivo Técnico 622.18/078, 89 p.

Empresa Nacional de Petróleo (ENAP). 1984. Isobático Basamental según Gravimetría Osorno-Llanquihue, escala 1:250.000. Archivo Técnico 622.1523/063

Encinas A, Bechis F, Buatois L. 2006. Las ingresiones marinas miocenas en los Andes Norpatagónicos (41-43°S) de Argentina y Chile.

Encinas, A.; Buatois, L.A.; Finger, K.L. 2008. Paleoecological and paleoenvironmental implications of a high-density Chondrites association in slope deposits of the Neogene Santo Domingo Formation, Valdivia, south-central Chile. Ameghiniana 45:225–231.

FCIHS. 2009. Hidrogeología. Primera Edición. CoDo CIHS. Barcelona. España. 768p.

Fuenzalida, H. 1971. Climatología de Chile, Dpto. de Geofísica y Geodesia, publicación interna. Santiago, Chile.

INN. 1987. Requisitos de calidad del agua para diferentes usos. Norma Chilena NCh.1333 Of. 1978 modificada en 1987. Instituto Nacional de Normalización. Santiago, Chile.

INN. 2005. Agua Potable - Parte 1 - Requisitos. NCh.409/1. Of.2005. Instituto Nacional de Normalización: 9 p. Santiago, Chile.

Folio006981

Kikpatrick, J.R. y Vieytes, H. 1986. Geological interpretation of seismic data, Osorno-Llanquihue Basin. ENAP informe inédito.

Köppen, W. 1948. Climatología. Con un estudio de los climas de la tierra. Versión directa de Pedro R. Hendrischs Pérez. Fondo de Cultura Económica. México.

Laugenie, C. 1982. La région des lacs, Chili meridional, recherches sur l'évolution géomorphologique d'un piémont glaciaire quaternaire andin. Tesis de Doctorado (Inedito). Bordeaux: Universidad de Bordeaux. Tomo I-II

López-Escobar, L.; Kempton, P.D.; Moreno, H.; Parada, M.A.; Hickey-Vargas, R.; Frey, F.A. 1995b. Calbuco volcano and minor eruptive centers distributed along the Liquiñi-Ofqui fault zone, Chile (41°-42°S): contrasting origin of andesitic and basaltic magma in the Southern Volcanic Zone of the Andes. Contributions to Mineralogy and Petrology, Vol. 119, p. 345-361.

Lowell, T.V.; Heusser, C.J.; Andersen B.G.; Moreno P.I.; Hauser, A.; Heusser, L.E.; Schluchter, C.; Marchant, D.R.; Denton, G.H. 1995. Interhemispheric correlation of late pleistocene glacial events. Science (80-), 269:1541–1549.

McDonough, M; Crignola, P; Duhart O., P. 1997. Naturaleza del alzamiento del basamento costero y la apertura de la cuenca Osorno-Llanquihue, X región: nuevos antecedentes sísmicos y observaciones de terreno. In Congreso Geológico Chileno, No. 8, Actas, Vol.2, p 164-168, Antofagasta.

McDonough, M.; Duhart, P.; Elgueta, S.; Urqueta, E.; Crignola, P. 1998. Geología preliminar de la área Bahía Mansa, Región de Los Lagos. *In* SERNAGEOMIN 1998. Estudio Geológico - Económico de la X Región Norte, 6 Vol., 28 Mapas. Santiago

Melnick, D. & Echtler, H. 2006. Inversion of forearc basins in southcentral Chile caused by rapid glacial age trench fill. Geology 34 (9), p. 709–712.

Morales, D. 2014. Gravimetría y Modelación de las Cuencas Hidrográficas de los ríos Maullín y Bueno. SERNAGEOMIN informe inédito.

Moreno, H.; Lara, L.; Orozco, G. 2010. Geología del Volcán Osorno. Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica126: 20 p. 1 mapa escala 1:50.000.

Muñoz, J.. 1997. Sistemas Estructurales Cenozoicos en la Región de los Lagos de Chile. Interpretación de Lineamientos en Imagen Radarsat, *In* Congreso Geológico Chileno, No. 8, Actas, Vol.1, p. 190-194. Antofagasta.

Niemeyer, H. y Cereceda, P. 1984. Geografía de Chile: Tomo VIII, Hidrografía. Instituto Geográfico Militar: 320 p. Chile.

Páez, D.; Feuker, P.; Troncoso, R.; Pérez, Y. 2014. Hidrogeología de la cuenca del río Valdivia, Regiones de Los Ríos y La Araucanía. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Hidrogeología 5, 1 mapa escala 1:200.000. Santiago.

Pardo-Casas. F; y Molnar, P. 1987. Relative motion of the Nazca (Farallon) and South American plates sin late Cretaceous time. Tectonics, 6:233-248

Santibáñez, I. 1999. Evaluación hidrogeológica del área Puerto Montt-Frutillar, X. región. Memoria de Título (Inédito), Universidad de Chile, Departamento de Geología: 86p.

Sellés, D; Moreno, H. 2011. Geología del Volcán Calbuco. Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica130: 29 p. 1 mapa escala 1:50.000.

SERNAGEOMIN. 1998. Estudio geológico – económico de la X° Region norte, Chile. Servicio Nacional de Geología y Minería, Informe Registrado IR-98-15, 6 Vols., 27 mapas, diferentes escalas. Santiago, Chile.

SERNAGEOMIN-BRGM. 1995. Carta Metalogénica de la X Región Sur, Chile. Informe Registrado IR-95-05. Servicio Nacional de Geología y Minería-Bureau de Recherches Geologiques et Minieres. 4 Tomos, 10 Vols. 95 p.

Servicio Hidrográfico de la Armada de Chile (SHOA). 1992. Lago Llanquihue. Restitución fotogramétrica y Levantamiento Hidrográfico de 1990. *In* Cartas Náuticas de Papel, n°7160. Chile.

Struckmeier, W.F.; Margat, J. 1995. Hydrogeological Maps: A guide and a standard Lengend. International Association of Hydrogeologists. International Contributions to Hydrogeology, Vol. 17: 177 p. Hannover

SUBDERE. 2013. Guía análisis y zonificación de cuencas hidrográficas para el ordenamiento territorial. División de Políticas y Estudios; Departamento de Políticas y Descentralización.

Tassara A.; Yáñez, G. 2003. Relación entre el espesor elástico de la litosfera y la segmentación tectónica del margen andino (15-47°S). Revista Geológica Chile 2003, 30:159–186.

Thomson, S.N.; Hervé, F.; Stökhert, B. 2001. Mesozoic-Cenozoic denudation history of the Patagonian Andes (Southern Chile) and its correlation to different subduction processes. Tectonics:693–711.

Troncoso, R; Arenas, M.; Jara, C.; Milovic, J.; Pérez, Y. 2007. Mapa Geológico Ambiental del Área de Temuco, IX Región, Chile. Servicio Nacional de Geología y Minería, Informe Registrado IR-05-28, 68 p., 2 anexos, 6 mapas escala 1:100.000.

Troncoso, R.; Pérez.Y.; Feuker, P.; Páez, D.; Muñoz, J. 2008. Levantamiento hidrogeológico y potencial de agua subterránea de la Depresión Central de las regiones de Los Ríos y Los Lagos. Servicio Nacional de Geología y Minería, Informe Registrado IR-08-34, 175 p., 8 mapas escala 1:250.000.

Villanueva, Manuel; Iglesias, Alfredo. 1984. Pozos y Acuíferos: Técnicas de evaluación mediante ensayos de bombeo. Instituto Geológico Minero de España. Madrid. España. 426 p.

Zambrano, P. 2011. Ambiente de sedimentación, paleobatimetría y edad de la Formación Ayacara, Chiloé Continental (42°), Chile. Implicancias tectónicas. Memoria de Título (Inédito), Universidad de Concepción, Departamento de Ciencias de La Tierra, Geología: 115 p.

Referencias Electrónicas

Ministerio de Economía. 2015. Estadísticas empresariales según región 2005-2014. Unidad de Estudios. Extraído el 15 de diciembre de 2015 de http://www.economia.gob.cl/.

GORE Los Lagos. 2015. Información de la Provincia de Llanquihue. Extraído el 15 de diciembre de 2015 de http://www.goreloslagos.cl/.

Ministerio del Medio Ambiente

Gobierno de Chile

CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Sur en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través de correo electrónico el 17 de julio 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

Carpeta “Caracterizacion hidrogeológica cuenca del Maullin, del SERNAGEOMIN”, que contiene archivos jpg y txt que acompañan los archivos .pdf

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
IR_60_14891_MAPA_1_Geologia_Maullin.pdf	22-07-2021 17:54	Microsoft Edge P...	15.857 KB
IR_60_14891_MAPA_1_Geologia_Maullin.pdf.jpg	22-07-2021 17:54	Archivo JPG	9 KB
IR_60_14891_MAPA_1_Geologia_Maullin.pdf.txt	22-07-2021 17:54	Documento de te...	14 KB
IR_60_14891_MAPA_2_Hidrogeologia_Maullin.pdf	22-07-2021 17:54	Microsoft Edge P...	16.773 KB
IR_60_14891_MAPA_2_Hidrogeologia_Maullin.pdf.jpg	22-07-2021 17:54	Archivo JPG	10 KB
IR_60_14891_MAPA_2_Hidrogeologia_Maullin.pdf.txt	22-07-2021 17:54	Documento de te...	29 KB
IR_60_14891_MAPA_Perfil_Hidrogeologico.pdf	22-07-2021 17:54	Microsoft Edge P...	1.589 KB
IR_60_14891_MAPA_Perfil_Hidrogeologico.pdf.jpg	22-07-2021 17:54	Archivo JPG	8 KB
IR_60_14891_MAPA_Perfil_Hidrogeologico.pdf.txt	22-07-2021 17:54	Documento de te...	5 KB
IR_60_14891_TEXTO.pdf	22-07-2021 17:54	Microsoft Edge P...	5.358 KB
IR_60_14891_TEXTO.pdf.jpg	22-07-2021 17:54	Archivo JPG	8 KB
IR_60_14891_TEXTO.pdf.txt	22-07-2021 17:54	Documento de te...	232 KB

ORD. N°: 236

ANT.: Denuncia Digital N°: 3446.

MAT.: Informa sobre denuncia que indica.

Puerto Montt, 01 JUN. 2021

DE : SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE
OFICINA REGIONAL DE LOS LAGOS

A : SEÑORES AGRUPACIÓN CULTURAL POR LOS HUMEDALES Y ENTORNOS NATURALES
CORREO ELECTRÓNICO: davidh2009@gmail.com

Por medio del documento referido en el Ant., esta Superintendencia ha tomado conocimiento de la denuncia adjunta referida a: "*mediante la presente, se adjunta carta denuncia, por las alteraciones sobre el gran humedal 5 lagunas de Valle volcanes. y posible elusión a someterse a evaluación estudio impacto ambiental*".

Informo que su denuncia ha sido registrada en nuestro sistema bajo el Id 172-X-2021 y su contenido ha sido incorporado en el proceso de planificación de fiscalización, en conformidad a las competencias de la Superintendencia del Medio Ambiente, dándose inicio a la respectiva investigación.

Finalmente, cabe indicar que usted puede hacer seguimiento a la tramitación de su denuncia, ingresando al siguiente enlace https://denuncia.sma.gob.cl/

Sin otro particular, le saluda atentamente,

SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE
JEFE
REGION DE
LOS LAGOS

IVONNE MANSILLA GÓMEZ
JEFE OFICINA REGIÓN DE LOS LAGOS
SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE

IMG/mrb.
Distribución:
- Denunciante.

C.C.
- División de Fiscalización.
- Oficina de Partes y Archivo SMA.

FORMULARIO DE DENUNCIAS

COMPROBANTE DENUNCIA DIGITAL N° 3446

La SMA analizará lo enviado y se comunicará con usted dentro de los tiempos establecidos.

Fecha/Hora recepción:
16-04-2021 03:14

Número Denuncia
3446

Motivo Denuncia:

ALTERACIÓN DE CAUCES DE RÍOS O ESTEROS
AFECTACIÓN DE VEGETACIÓN NATIVA
AFECTACIÓN DE FAUNA NATIVA
AFECTACIÓN DE PATRIMONIO AMBIENTAL O ARQUEOLÓGICO
OTROS

La recepción de su denuncia no significa admisibilidad de esta por parte de la SMA.

Datos del denunciante

Denunciante:
AGRUPACIÓN CULTURAL POR LOS HUMEDALES Y ENTORNOS NATURALES.

RUT:
65124443-9

Sexo:

Genero:
No Aplica

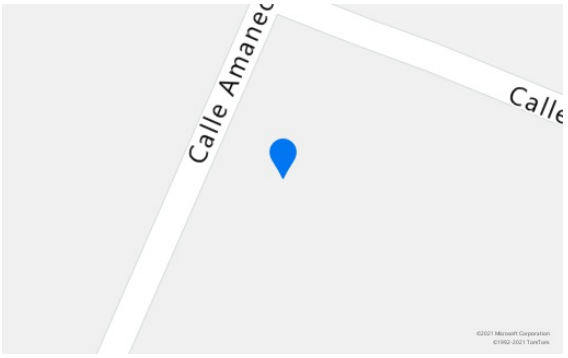
Respuesta vía correo electrónico:
Si

Correo electrónico:
DAVIDH2009@GMAIL.COM

TEL Móvil:
+569 98717282

TEL Fijo:
-

Domicilio Denunciante:
CALLE AMANECER DE ALICANTE 2015, PUERTO MONTT, REGIÓN DE LOS LAGOS



Coordenadas:

Latitud: -41.4456253181813

Longitud: -72.9273775411381

Datos del representante

Representante:
DAVID ALEJANDRO HINOSTROZA ÁGUILA

RUT:
12339253-1

Respuesta vía correo electrónico:
Si

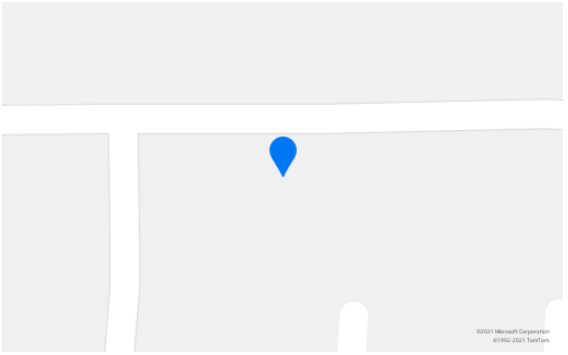
Domicilio Representante:
CALLE LLANTÉN 1852, PUERTO MONTT, REGIÓN DE LOS LAGOS

Correo electrónico:
DAVIDH2009@GMAIL.COM

TEL Móvil:
+569 98717282

TEL Fijo:
+56

Representante de una persona juridica:
Si



Coordenadas:

Latitud: -41.4469221520832

Longitud: -72.9204988031787

Datos del infractor

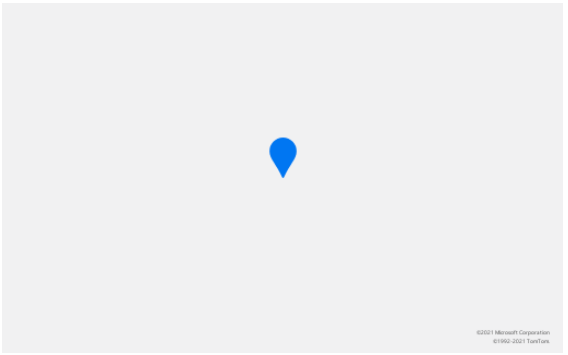
¿Conoce al infractor de los hechos denunciados?:
Si

Nombre del posible infractor:
INMOBILIARIA EL OLMO S.A, INMOBILIARIA POCURO SPA, INMOBILIARIA ROSSAN LIMITADA.

RUT:
-

Actividad:
CONSTRUCCIÓN/INMOBILIARIO

Lugar de los hechos denunciados:
CALLE PAINEMILLA S/N, PUERTO MONTT, REGIÓN DE LOS LAGOS



Coordenadas hechos denunciados:

Latitud: -41.4613709103874

Longitud: -72.8931653864796

Descripción de los hechos denunciados

Fecha estimada de los hechos denunciados:
01-01-2019

Descripción de los hechos denunciados:
MEDIANTE LA PRESENTE, SE ADJUNTA CARTA DENUNCIA, POR LAS ALTERACIONES SOBRE EL GRAN HUMEDAL 5 LAGUNAS DE VALLE VOLCANES. Y POSIBLE ELUSIÓN A SOMETERSE A EVALUACIÓN ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL.

Efectos en el medio ambiente asociados a los hechos denunciados:
SE ADJUNTA CARTA DENUNCIA Y DOCUMENTOS ADICIONALES.

Distancia aproximada entre su domicilio y el lugar de los hechos denunciados:
MISMA COMUNA DE LOS HECHOS

Frecuencia de los hechos denunciados:
CONTINUO: EVENTOS SIN INTERRUPCIÓN

Horarios en que se desarrollan los hechos denunciados:
DURANTE EL DÍA (ENTRE 7:00 A 21:00 HRS)

Días en que se desarrollan los hechos denunciados:
TODA LA SEMANA

Población sensible impactada por los hechos: SÍ

ESTABLECIMIENTOS EDUCACIONALES, **OTROS:** VECINOS

Se han generado impactos a la salud de la población: NO SABE

Se han afectado componentes del medio ambiente: SÍ

CUERPOS DE AGUA COMO RÍOS, LAGOS, ESTEROS, HUMEDALES, GLACIARES, SALARES, FLORA / VEGETACIÓN, FAUNA / ANIMALES, SUELO

Alcance de los efectos al medio ambiente: SÍ

MEDIO (ENTRE 100 M A 1 KM LINEAL O ENTRE 1 A 10 HECTÁREAS)

Hay muerte o intoxicación de especies de fauna/animales: SÍ
- Especies en categoría de conservación: NO SABE

Hay muertes de especies de flora/vegetación: SÍ
- Especies en categoría de conservación: SÍ

ALERCE,

Afectación de áreas colocadas bajo protección oficial del estado: SÍ

MONUMENTO NATURAL

Pueblos originarios o pueblos indígenas afectados por los hechos: SÍ

COMUNIDAD MAPUCHE

Normativa incumplida:
NO CONOCE NORMATIVA AMBIENTAL INFRINGIDA

Selección realizada de RCA, PPDA, Normas de Emisión y de Calidad:
-

Otras denuncias asociadas:
-

Documentos anexados a su denuncia:
Documento Representante: certificado vigencia dic 2020.pdf
Anexos: Denuncia Ambiental Humedal 5 Lagunas Puerto Montt .pdf, 2020.815 Permiso de Edificación pocuro .pdf, Certificados permisos el olmo .pdf, DGA resoluciones.pdf

Puerto Montt, 15 de abril de 2021

A: Superintendencia del Medio Ambiente Oficina Regional Los Lagos.

De: Agrupación Cultural por los Humedales y Entornos Naturales; Agrupación Newenche Mapu Mongen; Comité Ambiental Puerto Montt (CAC).

Materia: Denuncia por posible elusión a Evaluación de Impacto Ambiental

Las Agrupaciones Firmantes en el presente documento y nuestra preocupación por el medio ambiente por la protección de los valiosos ecosistemas de gran importancia para la vida humana. Que en virtud a los artículos 21 y 47 de la Ley Orgánica 20.417, que crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente, vengo en interponer denuncia ciudadana por elusión ambiental y vulneración de sitio propuesto conservación de humedal urbano, en contra de las empresas inmobiliarias :

- Inmobiliaria Pocuro Sur Spa. Rut 76.133.622-3
- Inmobiliaria el Olmo S.A. Rut 76. 686.750-7
- Inmobiliaria Rossan Ltda. Rut 76. 392. 616-8

por infracciones **al artículo 10 letra h), letra s), al artículo 11 letra d) y letra e) y al artículo 51 y ss. de la Ley 19.300** sobre Bases Generales del Medio Ambiente, conforme a los antecedentes de hecho y fundamentos de derecho que a continuación paso a exponer:

ANTECEDENTES DE HECHO.

(i) Antecedentes generales:

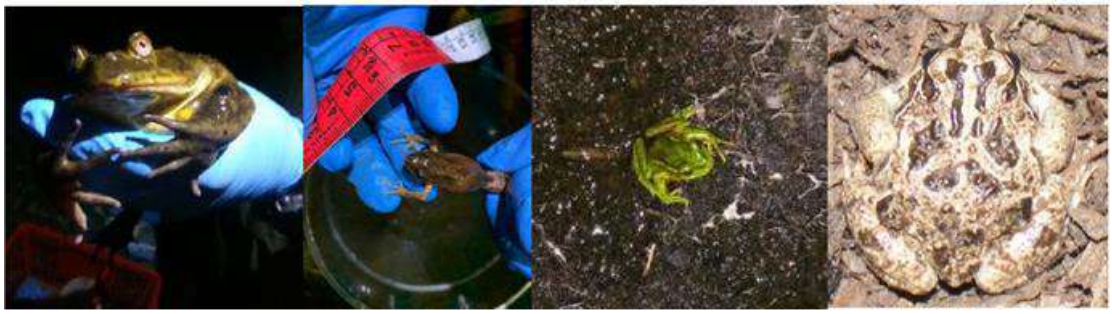
1. "Humedal 5 Lagunas de Valle Volcanes" es un humedal, de una extensión de aproximadamente 350 hectáreas, que se compone de 5 lagunas: Laguna Mansa, Laguna los puyes, Laguna los Juncos, Laguna San Sebastián y Laguna Los Alerces. Cuatro de estas lagunas se encuentra dentro del radio urbano, (mansa, puyes, los juncos y San Sebastián), es necesario mencionar que Laguna Mansa se encuentra segmentado y alterado por los proyectos inmobiliarios alrededor de esta. Para el caso de la Laguna los Alerces se encuentran en la periferia del límite urbano que lo rodea bosque nativo y bosque de alerce por sobre los 100 árboles vivos en este sector. Humedal que se encuentra en Proceso de declaratoria de reconocimiento de humedal urbano y su protección conforme a la Ley 21202 del 2020.

2. Dentro de la comunidad acuática y terrestre que componen el gran Humedal de Valle Volcanes cabe resaltar que la mayor parte de la flora identificada son especies nativas como renovales de alerce *Fitzroya cupressoides*. Registrado oficio Conaf N° 48/2019 con fecha 1/02/2019. y registro oficio Conaf enviado a la Municipalidad de Puerto Montt Ord 78/2019 con fecha 28/03/2019 (se adjunta en Anexos) especies protegida mediante Decreto N° 490 1977, del Ministerio de Agricultura. Especies arbóreas y arbustivas identificadas en los "bosques adyacentes" al gran humedal se componen de especies nativas como: tepú (*Tepulia stipularis*) maqui (*Aristotelia chilensis*), canelillo (*Pitavia punctata*), notro (*Embothrium coccineum*) ulmo (*Eucryphia cordifolia*) y coihue (*Nothofagus dombeyi*) (Informe N° 2, N° 3 y N° 4, EULA, Universidad de Concepción, se adjunta documentos). También se encuentra presente la especie *Sphagnum magellanicum* que mediante Decreto N° 25 de promulgado en agosto del 2017, que dispone medidas para la protección de este musgo, el cual tiene integración con turberas presentes en estos terrenos, las cuales fueron incorporadas recientemente en los nuevos compromisos de la NDC (compromiso establecido por su Ministerio, Abril del 2020) donde establece que deben ser estudiadas para contar con información de calidad para la toma de decisiones, considerando la sustentabilidad de estos ecosistemas; al 2025 se contará con un inventario nacional y al 2030 se desarrollarán indicadores para la evaluación de la capacidad de adaptación y mitigación de las turberas, también establece la implementación de acciones para potenciar estos con beneficios, en 5 áreas protegidas públicas o privadas del país.

3. Dentro de la fauna identificada en el gran Humedal de Valle Volcanes y bosques adyacentes, se realizó un estudio para caracterizar la avifauna presente en el Humedal Laguna Mansa (UTM 18G 675223 E-5407743 S) durante primavera 2018 y verano 2019, obteniendo como resultado una riqueza de especies (S=32); siendo las especies observadas en el Humedal Laguna Mansa con mayor frecuencia: el pimpollo (*Rollandia rolland*), tiuque (*Milvago chimango*), chincol (*Zonotrichia capensis*), chirihue (*S. luteola*), golondrina chilena (*T. meyeni*) y fío-fío (*E. albiceps*)(Caracterización de la avifauna presente en dos humedales urbanos de la ciudad de Puerto Montt, periodo primavera 2018 – verano 2019; Pacheco y Valencia, 2020), a su vez se está desarrollando un catastro de anfibios en algunos humedales urbanos de Puerto Montt, en que se incorporaron las lagunas de Valle Volcanes, de las especies identificadas en el gran humedal de Valle Volcanes se encuentra: rana chilena

(*Calyptocephalella gayi*), ranita de antifaz (*Batrachyla taeniata*), ranita esmeralda (*Hylorina sylvatica*) y sapito de cuatro ojos (*Pleurodema thaul*) (ver Imagen 1) (Catastro de anfibios en cuatro humedales urbanos de la comuna de Puerto Montt; Chelech, Cabello y Valencia, 2021). Hay que considerar que no todos los anfibios ocupan el cuerpo de agua para su reproducción, sino también ambientes aledaños para su reproducción y alimentación, por lo cual es de suma importancia proteger los bosques aledaños al gran humedal de Valle Volcanes. Además, hay que señalar que estas especies están catalogadas en estado de conservación por Decretos generados en el marco del Reglamento de Clasificación de Especies (RCE): DS Nº 151 de 2007, DS Nº 50 de 2008, DS Nº 51 de 2008, DS N° 23 de 2009 y DS N° 33 de 2012, todos de MINSEGPRES y Decreto Supremo Nº 5 de 1998 de MINAGRI, Reglamento de la Ley de Caza.

Imagen 1: Anfibios registrados en el gran Humedal de Valle Volcanes



Las cuencas hidrográficas que alimentan el gran Humedal de Valle Volcanes, y que corresponden a las zonas ribereñas, las que dentro de sus principales funciones ecológicas que desempeñan se pueden asociar a tres categorías: (a) hidrología y dinámica de sedimentos, (b) biogeoquímica y ciclo de nutrientes, y (c) hábitat y mantención de tramas tróficas. Las funciones relacionadas con la dinámica hidrológica y de los sedimentos incluyen el almacenamiento de las aguas superficiales y los sedimentos, reduciendo los daños por inundaciones. Las zonas ribereñas interceptan, ciclan y acumulan componentes químicos en el flujo subsuperficial en diversos grados, eliminando contaminantes del flujo superficial y el agua subterránea poco profunda. Debido a estas funciones de amortiguamiento, a las zonas ribereñas también se las suele llamar franja de filtro vegetacional o franja buffer debido a que cumplen un rol de buffer biológico (National Research Council 2002). La destrucción de esta área pone en serio peligro el funcionamiento dinámico de un humedal. El humedal 5 lagunas, se alimenta aguas superficiales, subterráneas y aguas desde las precipitaciones, siendo este humedal parte del sistema Hidrográfico del rio Maullín (Informe N° 3, EULA Universidad de Concepción)., declarado "**Santuario de la Naturaleza"** en noviembre. 2019.

De la Identificación de los servicios ecosistémicos provistos por el humedal 5 lagunas Valle Volcanes extracto informe N° 3 Eula-chile 2018. Destacan las categorías mencionadas a continuación:

Tabla N° 1 identificación servicio ecosistémico humedal 5 lagunas V volcanes (informe N° 3 Eula-chile 2018)

Categoría	Servicio ecosistémico
. Provisión	Extracción de frutos ,Provisión de agua.
Regulación	Regulación de inundaciones, mitigación de sequías. presencia de Sphagnum magellanicum
Cultural	Paisajes, actividades recreativas, culturales pueblos originarios, educación ambiental.

Es muy relevante destacar, oficio del 13 diciembre 2018, por las comunidades y asociaciones indígenas Mapuche-Williche. Documento que menciona las hierbas medicinales que esta presentes en los humedales y utilizadas de incalculable valor patrimonial para humanidad y los pueblos originarios de la región.

Imagen N° 2 area humedal 5 lagunas,

Los entornos a este gran humedal se encuentran conectado a bosques nativos periurbano de gran extensión. Estos bosques son calificados de gran provisión ecosistémica, lo que se recomienda por su alta valorización sean considerados area de valor natural en el marco de los instrumentos de planificación territorial, en especial en el plan regulador comunal, para promover su protección y/o unos ambiental sustentable (Estudio de Riesgo y protección Ambiental del Area Urbana de comuna de Puerto Montt año 2016. Univ. concepción).

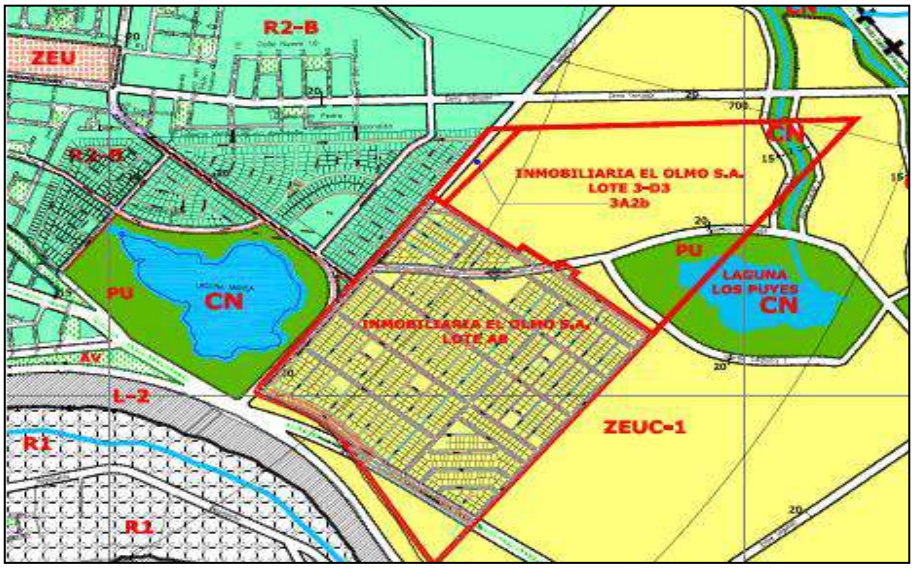
II Antecedentes de la denuncia:

1) la empresa de giro: **inmobiliaria el olmo S.A.** **Rut 76. 686.750-7** propietarios de terrenos adquiridos en el sector de valle volcanes, zona donde se emplaza el gran humedal de las 5 lagunas.

Los terrenos adquiridos por la inmobiliaria se han subdividido en diferentes lotes y proyectos construcción a través del tiempo, constatándose una de ellas permiso de urbanización simultaneas N° 5 del 11 de mayo del 2010, lote 3 C.

En la actualidad esta inmobiliaria se encuentra desarrollado nuevos proyectos inmobiliarios, terreno rol N° 2196-34. Definido como lote AB, cuyos permisos de urbanización datan de 10 de abril del 2014, (N° 206,207,208 y 209), posteriormente modificados en abril 2018, contemplado la **construcción de 1134 viviendas en total**, dentro del lote AB, como se explica en imagen N° 3.

Imagen N° 3, lote y proyectos realizados inmob el olmo, lote AB 1134 viviendas.



Aproximadamente mayo del año 2018, comenzaron trabajos con maquinaria pesada en dichos predios, tanto lote AB rol 2196-34 y 3-D3 rol 23037-3, es necesario aclarar que lote 3—D3 rol 23037-3 (anterior 2196-504), no cuenta con permisos de edificación. Desde el inicio de los trabajos, se ha realizados excavaciones, modificación de cauces, en ambos lotes mencionados anteriormente, generando diferentes grados de afectación, que fueron denunciados oportunamente a este servicio (Superintendencia de Medio Ambiente), con fecha 6 de Marzo 2019.

Las alteraciones y modificación de los cauces que cruzan los predios de esta inmobiliaria, sin los permisos correspondientes desde dirección General de Aguas (DGA), que han generado fiscalizaciones y 3 resolución con aplicación de multas y apercibimiento a la inmobiliaria para modificar las obras que fueron motivo de sanción, registros a continuación:

- **Resolución N° 292**, 29 de julio 2020. modificación de cauce Laguna Mansa.
- **Resolución N° 210**, del 20 de mayo 2020, modificación estero final Volcán Tronador.
- **Resolución N° 664,** del 30 de octubre 2019. Modificación estero los puyes.

De lo anterior, es importante señalar que, en cada una de estas modificaciones, no existe información de Estudios de Impacto Ambiental o Declaración de Impacto Ambiental, presentados al Servicio de Evaluación Ambiental. De las cuales denunciamos y solicitamos fiscalización de esto.

Las modificaciones de cauces han generado un gran daños y perdida de la fauna Ictica del sector, constatándose la muerte de especies atrapados en los drenajes realizados y cauces que han perdido su caudal por la interrupción de este, no permitiendo el retorno de los peces a los cuerpos principales de agua del sector (Denuncias SERNAPESCA, 19 de febrero 2019 y 5 marzo 2021).

Imagen 4: peces *(Galaxia maculatus)* muertos en drenaje

Acciones que se consideraría como elusión en el marco de la Ley 19.300 en su Art. 10 letra (s) donde señala que la "ejecución de obras o actividades que puedan significar una alteración física o química a los componentes bióticos, a sus interacciones o a los flujos ecosistémicos de humedales que se encuentran total o parcialmente dentro del límite urbano, y que impliquen su relleno, drenaje, secado, extracción de caudales o de áridos, la alteración de la barra terminal, de la vegetación azonal hídrica y ripariana, la extracción de la cubierta vegetal de turberas o el deterioro, menoscabo, transformación o invasión de la flora y la fauna contenida dentro del humedal, indistintamente de su superficie".

Con fecha 13 marzo 2019, se constata la tala rasa de bosque nativo aproximadamente 0,6 hectáreas, sin contar con los permisos correspondientes de plan de manejo Ley 20283, denunciado juzgado de policía local N 6744-2019.

Imagen N° 5: Tala bosque nativo.

En la actualidad, continua con la segunda etapa de construcción, sin estar sometido al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, al ser Puerto Montt decretado zona saturada de material particulado 2,5. Decreto N° 24 del 25 de septiembre 2020. Contradiciendo Ley 19.300 Articulo 10 letra h

2) La Inmobiliaria Pocuro sur Spa. Rut 76.133.622-3 Rut Propietarios rol 2191-165. Final cerro tronador esq. diagonal laguna 1, en sector de Valle Volcanes, cuyos terrenos son parte del humedal 5 lagunas. Esta inmobiliaria cuenta con permisos de urbanización N° 815 con fecha 15 de diciembre 2020. Para la construcción de edificios de altura de 4 pisos, primera etapa denominado " condominio vista cordillera I. y una segunda etapa " Condominio vista Cordillera II".

Imagen 6: Lugar proyecto Inmobiliaria Pocuro.

El terreno en cual se desarrolla este proyecto existe la presencia de musgo *Sphagnum magellanicum*, Protegido por decreto N° 25 promulgado el año 2017 desde el Ministerio de Agricultura. No contando esta inmobiliaria con los permisos para remoción o extracción de esto, según carta oficio 1297/2021, del 25 de febrero 2021. Respuesta Servicio Agrícola y Ganadero los Lagos. Adicionalmente existen denuncias a este Servicio (SAG), con fecha 5 de febrero 2021, por extracción y remisión de Sphagnum en diferentes sectores, sin los permisos correspondientes, pero sin respuestas hasta el día de hoy.

En la misma zona donde se desarrolla este proyecto inmobiliario, existe la presencia de Alerce vivo (*Fitzroya cupressoides)*, especies protegidas declararas Monumento Natural decreto ley 490 publicado el 5 de septiembre 1977. De lo anterior, la remoción del terreno a eliminado estos renovales sin la protección correspondiente según ley. Las denuncias realizadas a Conaf, entrega como respuesta el reconocimiento de la presencia de esta especie oficio carta N° 54/2021. Con fecha 9 de marzo 2021.

Finalmente es necesario mencionar que estos proyectos, no fueron sometidos al Sistema de Evaluación de Impacto ambiental, Contradiciendo Ley 19.300 articulo 10 letra h) al ser Puerto Montt decretado zona saturada de material particulado 2,5. Decreto N° 24 del 25 de septiembre 2020.

Imagen 7: Excavaciones profundas y alerces *(Fitzroya cupressoides)*, presentes en zona del proyecto.

3.- **inmobiliaria Rossan Ltda., Rut 76392616-8**. Es propietario del terreno rol 2191-110. Al igual que las anteriores inmobiliarias, estos terrenos son parte del humedal 5 lagunas.

imagen 8. Zona de modificaciones de cauces

Esta inmobiliaria es responsable de modificación de cauces y perfilación de los esteros la paloma y estero los puyes, generando graves problemas en el sector, con afectación a la comunidad y al medio ambiente. La Dirección General de aguas mediante **resolución N° 135 del 17 de marzo 2020,** resuelve sancionar aplicando multa y modificar las obras realizadas en un plazo de 90 dias.

En la actualidad hemos tomado conocimiento, que mediante **resolución 414, con fecha 30 de septiembre 2020**, la Dirección General de Aguas, aprueba nuevas modificaciones de cauce en el estero la paloma y Re-perfilamiento para descargas de aguas lluvias.

De lo anterior, la Dirección de Aguas no contempla las modificaciones realizadas y sancionadas en un punto diferente del estero aguas arriba, por lo que consideramos irresponsable estas autorizaciones, que no han considerado los efectos aguas abajo que esto provocará con los aumentos de caudales durante el invierno y mayores precipitaciones.

Estas modificaciones, así como otras señaladas en este documento, no se encuentra registro de haberse sometido al Servicio de Evaluación Ambiental.

Imagen 9: Modificación de cauces resolución N° 135 del 17 de marzo 2020

Por otra parte, señalar, que el Humedal Valle Volcanes, se encuentra formalmente en el listado de Procesos de declaración de Oficio del Ministerio del Medio Ambiente, para humedales urbanos protegidos ante el Ministerio de Medio Ambiente según la publicación en el Diario Oficial de la República de Chile, Resolución Núm. 62 exenta.- Santiago, 22 de enero de 2021.

De lo anterior expuesto, solicitamos a Superintendencia del Medio Ambiente, tomar acción y fiscalizar la situación que afecta al interior de este gran Humedal, y de los trabajos que se realizan y otros ya realizados sin las debidas autorizaciones sectoriales que han generado gran daño ambiental con las afectaciones a la comunidad.

Cabe recordar que con fecha 23 Enero del 2020, entra en vigencia la ley 21.202, y posteriormente el reglamento de humedales urbanos, publicado el 24 de noviembre del 2020. Esta ley que protege los humedales urbanos cobra una gran importancia para la protección de estos ecosistemas, considerando actualmente la región está sufriendo una escasez hídrica, desde el punto de vista del cambio climático los humedales son de gran ayuda para paliar esa escasez. En la actualidad los humedales urbanos de Puerto Montt se encuentran incorporados en la protecciones y reconocimiento lista oficial en el Ministerio de medio Ambiente.

Se adjunta

- Permiso construcción inmobiliaria el Olmo.
- Permios construcción Inmobiliaria Pocuro Spa.
- Resolución DGA, 292; 210; 644 ; 135 y 414.
- Denuncia sernapesca año 2019 y año 2021.
- Denuncia SAG, 2021.
- Respuesta SAG, permiso extracción Sphagnum magellanicum .
- Respuesta Conaf denuncia presencia Alerce.
- Resolución 62 exenta, Santiago, 22 de enero de 2021.
- Listado humedales enviados a Ministerio Medio Ambiente.
- Respuesta Sernageomin

AGRUPACIÓN CULTURAL POR LOS HUMEDALES Y ENTORNOS NATURALES
Persona Jurídica N° 220237
(25/04/2016)
RUT 65.124.443-9
Puerto Montt

Agrupación Social Cultural y Deportiva
Newenche Mapu Mongen
Rut: 65.112.151-5
Fundado: 04-11-2015

Comité Ambiental
CAC
Puerto Montt

Comité Ambiental Puerto Montt (CAC);

Rut 65.191.254-7

MUNICIPALIDAD DE PUERTO MONTT
SECRETARÍA COMUNAL DE PLANIFICACIÓN

ORD. N°: S 0660
ANT. :
Ley 21.202 que modifica diversos cuerpos legales con el objeto de proteger los humedales urbanos.

MAT.:

Solicita declaración de 21 humedales urbanos en la Comuna de Puerto Montt.

PUERTO MONTT, 26 MAYO 2020

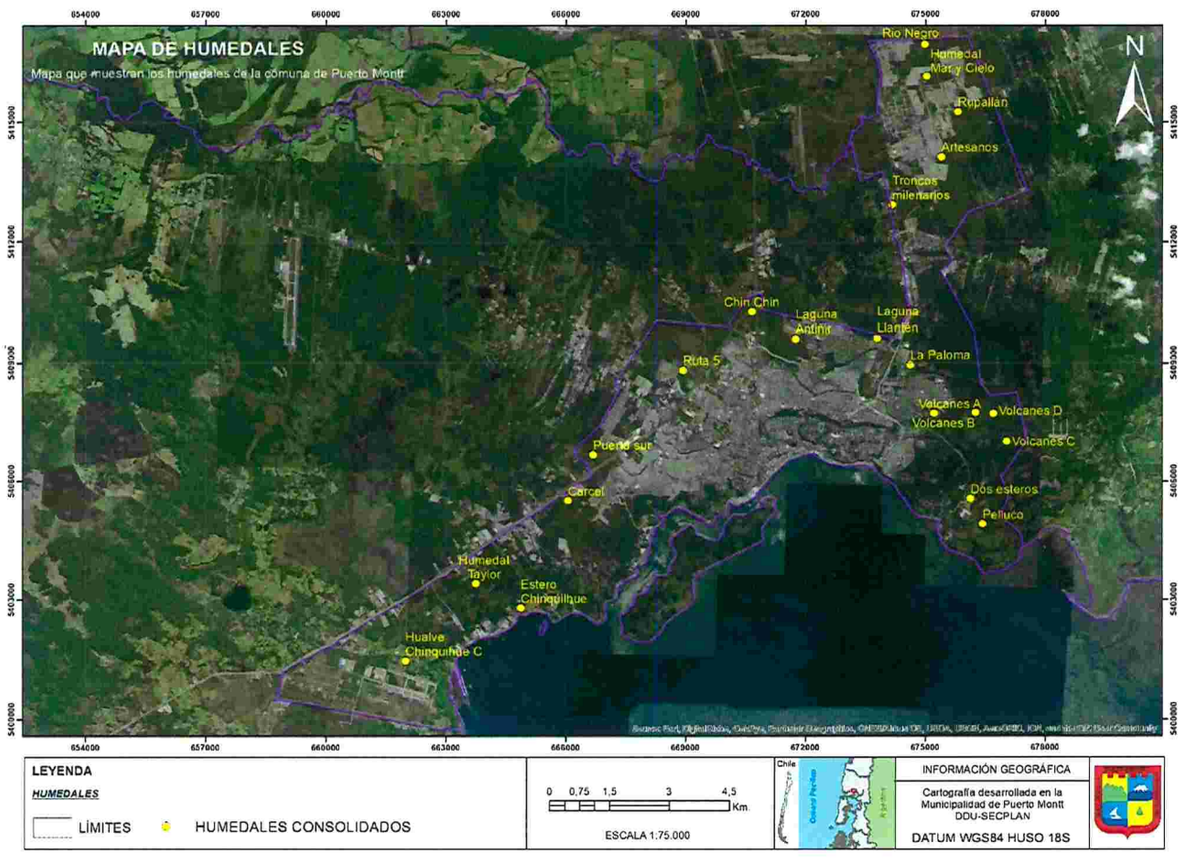
SEREMI DEL MEDIO AMBIENTE
RECIBIDO Hora:.....
02 JUN. 2020
N° Folio:.....
Derivado a:.....

DE: GERVOY PAREDES ROJAS
ALCALDE DE PUERTO MONTT

A: KLAUS KOSIEL LEIVA
SEREMI DEL MEDIO AMBIENTE DE LA REGIÓN DE LOS LAGOS

Junto con saludar cordialmente, y en el marco de la implementación de la Ley N° 21.202 de humedales urbanos, el Alcalde que suscribe solicita iniciar el trámite correspondiente para la declaración de los 21 humedales dentro del área urbana de nuestra comuna de Puerto Montt que aparecen en la Figura N° 1 siguiente y que de acuerdo a estudios realizados por el municipio desde el año 2016 a la fecha, a información oficial de CONAF , al plan maestro de aguas lluvia vigente DOH-MOP, y al Plan Regulador Comuna vigente, cumplen con lo indicado en el artículo N° 1 de dicha ley, es decir: *son 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 los seis metros y que se encuentren total o parcialmente dentro del límite urbano".*

FIG. N°1
HUMEDALES URBANOS PUERTO MONTT
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO URBANO – SECPLAN



MUNICIPALIDAD DE PUERTO MONTT
SECRETARÍA COMUNAL DE PLANIFICACIÓN

Adicionalmente, se informa que los 21 humedales que conforman la presente solicitud, son parte de la propuesta de Modificación del Plan Regulador Comunal de Puerto Montt en su fase de Anteproyecto, la que de acuerdo al art. N° 24 del Reglamento para la Evaluación Ambiental Estratégica, debe ser sometida a un procedimiento de Consulta Pública en conjunto con el Informe Ambiental (en el caso de Puerto Montt: Informe Ambiental Complementario).

El listado de los 21 humedales incluyendo ubicación y fuente de referencia principal que fundamenta cada solicitud, es el siguiente:

			FUENTES						ANTEPROYECTO PRC	X	Y
ID	NOMBRE	TIPO	ERPA	EHU	CEH	CONAF	PRC 2009	PMALL	2020	WGS_1984_UTM_Zone_18S	
1	Laguna Llantén	URBANO							SI	673802,2633	5409609,562
2	Volcanes A (LAGUNA MANSA)	URBANO							SI	675225,7685	5407725,373
3	Volcanes B	URBANO							SI	676259,63	5407743,673
4	Volcanes C	URBANO							SI	677045,4441	5407017,39
5	Laguna Antiñir	URBANO							SI	671762,8068	5409575,255
6	Rupallán	URBANO							SI	675812,4315	5415258,418
7	Artesanos	URBANO							SI	675402,1712	5414135,571
8	Chin Chin	URBANO							SI	670670,3083	5410239,981
9	Rio Negro	URBANO							SI	674985,3801	5416957,778
10	Volcanes D	URBANO							SI	676712,9186	5407715,652
11	Pelluco	URBANO							SI	676445,672	5404914,913
12	Ruta 5	URBANO							SI	668944,9659	5408809,906
13	Estero Chinquilhue	URBANO							SI	664871,1461	5402789,07
14	Puerta sur	URBANO							SI	666686,7091	5406668,536
15	Carcel (vertedero)	URBANO							SI	666057,1963	5405504,445
16	Hualve Chinquihue C	URBANO							SI	661984,1658	5401462,402
17	Humedal Taylor	URBANO							SI	663752,3489	5403408,075
18	Troncos milenarios	URBANO							SI	674179,3911	5412929,639
19	Humedal Mar y Cielo	URBANO							SI	675031,0149	5416156,678
20	Humedal Parque la Paloma	URBANO							SI	674635,8806	5408940,223
21	Humedal Dos Esteros	URBANO							SI	676133,7656	5405553,482

INCORPORADO
CONSIDERA AREAS BUFFFER
CONSIDERADO COMO CAUCE O QUEBRADA
LOTEO RECEPCIONADO PARTE DEL PRC

	FUENTE	CODIGO	AÑO
1	ESTUDIO DE RIESGOS Y PROTECCIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA URBANA DE PUERTO MONTT	ERPA	2016
2	DIAGNÓSTICO, CARACTERIZACIÓN, PROPUESTA DE CONSERVACIÓN Y PLAN DE MANEJO DE HUMEDALES EN LA ZONA URBANA DE PUERTO MONTTESTUDIO DE HUMEDALES URBANOS	EHU	2018
3	COMPLEMENTO ESTUDIO DE HUMEDALES DEL ÁREA URBANA DE PUERTO MONTT	CEH	2019
4	CONAF . MAPA DE USO DE SUELO 2014	CONAF	2013
5	PLAN MAESTRO DE AGUAS LLUVIA (PUERTO MONTT 2002 - ALERCE 2013)	PMALL	2002-2013

Adjunto a este oficio, encontrará respaldo digital de los estudios mencionados además de la Fig. N°1 de este oficio y las tablas respectivas. Sin otro particular, se despide atentamente.

I. MUNICIPALIDAD * ALCALDE * PUERTO MONTT

GERVOY PAREDES ROJAS
ALCALDE DE PUERTO MONTT

Distribución:
-Destinatario. San Martín 80 tercer piso. Puerto Montt. Región de Los Lagos
Teléfono: (56-65) 2562364. E-mail: KKosiel@mma.gob.cl
-Archivo DDU
-Archivo SECPLAN.
-Oficina de Partes Municipalidad

LG / DRB / PTV

DIARIO OFICIAL
DE LA REPUBLICA DE CHILE
Ministerio del Interior y Seguridad Pública

I
SECCIÓN

LEYES, REGLAMENTOS, DECRETOS Y RESOLUCIONES DE ORDEN GENERAL

Núm. 42.870 | Martes 2 de Febrero de 2021 | Página 1 de 2

Normas Generales

CVE 1888861

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

DA INICIO AL PROCESO DE DECLARACIÓN, DE OFICIO POR EL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, DE LOS HUMEDALES URBANOS QUE INDICA

(Resolución)

Núm. 62 exenta.- Santiago, 22 de enero de 2021.

Vistos:

Lo dispuesto en el artículo 70 letra z) de la Ley Nº 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente; en el artículo 1° de la ley Nº 21.202, que modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos; en el decreto supremo Nº 15, de 2020, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece reglamento de la ley Nº 21.202, que modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos; en el memorándum Nº 27, de 21 de enero de 2021, de la División de Recursos Naturales y Biodiversidad del Ministerio del Medio Ambiente; en la resolución exenta Nº 249, de 2020, del Ministerio del Medio Ambiente, que instruye medidas extraordinarias de visación de documentos del Ministerio del Medio Ambiente-Subsecretaría del Medio Ambiente a raíz de la alerta sanitaria por emergencia de salud pública de importancia internacional (ESPII) por brote de coronavirus (Covid-19); en la resolución Nº 7, de 2019, de la Contraloría General de la República, que fija normas sobre exención del trámite de toma de razón, y

Considerando:

1. Que el artículo 1º de la ley Nº 21.202, que modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos, establece que dicha ley tiene por objeto proteger los humedales urbanos declarados por el Ministerio del Medio Ambiente, de oficio o a petición del municipio respectivo.

2. Que, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 13 del decreto supremo Nº 15, de 2020, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece reglamento de la ley Nº 21.202, que modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos, el Ministerio del Medio Ambiente iniciará el procedimiento de declaración de oficio de uno o más humedales urbanos, mediante una resolución que identifique dichos humedales y otorgue un plazo de 15 días, contado desde su publicación en el Diario Oficial, para que cualquier persona aporte antecedentes adicionales sobre el o los humedales urbanos que se pretende declarar.

3. Que, adicionalmente, el citado artículo 13 señala que dichos antecedentes deberán entregarse por escrito en las oficinas de partes del Ministerio o en la Seremi respectiva. Asimismo, podrán entregarse en formato digital en la casilla electrónica que para tales efectos habilite el ministerio.

4. Que la División de Recursos Naturales y Biodiversidad del Ministerio del Medio Ambiente, mediante memorándum Nº 27, de 21 de enero de 2021, solicitó elaborar la resolución para publicar la primera lista de humedales urbanos a reconocer de oficio por parte del Ministerio del Medio Ambiente.

Resuelvo:

1° Iníciese el proceso de declaración, de oficio por el Ministerio del Medio Ambiente, de los siguientes Humedales Urbanos:

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la ley N°19.799 e incluye sellado de tiempo y firma electrónica avanzada. Para verificar la autenticidad de una representación impresa del mismo, ingrese este código en el sitio web www.diarioficial.cl

Folio007004

N°	Nombre Humedal	Comuna	Región
1	Desembocadura del río Lluta	Arica	Arica y Parinacota
2	Playa Blanca	Iquique	Tarapacá
3	Aguada La Chimba	Antofagasta	Antofagasta
4	Paseo Ribereño de Vallenar	Vallenar	Atacama
5	El Membrillo-Estero el Yugo	Algarrobo	Valparaíso
6	Laguna Zapallar	Puchuncaví-Zapallar	Valparaíso
7	Desembocadura río Aconcagua	Concón	Valparaíso
8	Sistema laguna y estero Cartagena	Cartagena	Valparaíso
9	El Trapiche	Peñaflor	Metropolitana
10	O´Higgins	Quilicura	Metropolitana
11	San Luis	Quilicura	Metropolitana
12	Baños Morales	San José de Maipo	Metropolitana
13	Vegas de Montaña	Lo Barnechea	Metropolitana
14	Tranque La Poza	Lo Barnechea	Metropolitana
15	Río Mapocho en comunas El Monte y Talagante	El Monte y Talagante	Metropolitana
16	Bucalemu	Paredones	O'Higgins
17	Petrel	Pichilemu	O'Higgins
18	Cuatro Tubos	Cañete	Biobío
19	Laguna Rayencura	Hualqui	Biobío
20	El Avellano	Los Ángeles	Biobío
21	La Poza y Delta del Trancura, Lago Villarrica	Pucón	La Araucanía
22	Mallolafquen, Lago Villarrica	Villarrica	La Araucanía
23	Krahmer	Valdivia	Los Ríos
24	Catrico	Valdivia	Los Ríos
25	Collilelfu-Equil	Los Lagos	Los Ríos
26	Angachilla, Estero Catrico	Valdivia	Los Ríos
27	Antiñir	Puerto Montt	Los Lagos
28	Artesanos	Puerto Montt	Los Lagos
29	Rupallán	Puerto Montt	Los Lagos
30	Villa El Lago	Puerto Octay	Los Lagos
31	Valle Volcanes	Puerto Montt	Los Lagos
32	Tres Puentes	Punta Arenas	Magallanes y La Antártica Chilena
33	Parque María Behety	Punta Arenas	Magallanes y La Antártica Chilena

La cartografía de cada uno de los humedales contenidos en el listado anterior se encuentra disponible en https://humedaleschile.mma.gob.cl/humedales-urbanos/.

2° Fíjese un plazo de 15 días hábiles contados desde la publicación de la presente resolución en el Diario Oficial, con el objeto de que toda persona, natural o jurídica, pueda aportar antecedentes adicionales sobre los humedales urbanos que se pretenden declarar. Dichos antecedentes deberán entregarse por escrito en las oficinas de partes del Ministerio o en la Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente respectiva. Asimismo, podrán entregarse en formato digital en la casilla humedalurbano@mma.gob.cl.

3° Publíquese la presente resolución en el Diario Oficial y en la página electrónica del Ministerio del Medio Ambiente.

Anótese, comuníquese, publíquese, y archívese.- Carolina Schmidt Zaldívar, Ministra del Medio Ambiente.

Lo que transcribo para Ud. para los fines que estime pertinentes.- Paulina Sandoval Valdés, Subsecretaria (S) del Medio Ambiente.

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la ley N°19.799 e incluye sellado de tiempo y firma electrónica avanzada. Para verificar la autenticidad de una representación impresa del mismo, ingrese este código en el sitio web www.diarioficial.cl

Ministerio de Agricultura
Gobierno de Chile

Al servicio de los bosques y la naturaleza
1970 2020

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL
REGIÓN DE LOS LAGOS
PROVINCIAL LLANQUIHUE
PROGRAMA FISCALIZACIÓN Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
EIL

CARTA Nº 54/2021

PUERTO MONTT, 09/03/2021

SEÑOR
DAVID HINOSTROZA AGUILA
LLANTEN 1852
PUERTO MONTT

En relación con la denuncia ingresada por Ud. a CONAF, con fecha 22 de Febrero de 2021, le informo lo siguiente:

Con fecha 03 de Marzo del presente año funcionarios fiscalizadores de nuestra Corporación (CONAF), concurrieron hasta el predio, por Ud. denunciado, perteneciente a la empresa Inmobiliaria Pocuro Sur SPA, ubicado en las proximidades del sector de Valle Volcanes, en la comuna de Puerto Monttt, con el fin de verificar posibles hechos constitutivos de infracción a la legislación forestal vigente.

En la oportunidad se accedió hasta el predio con personal de la empresa, pudiendo constatar la presencia de un individuo vivo de la especie Alerce, el cual ha sido evienciado y ha quedado georeferenciado por parte del personal de fiscalización de CONAF y por el personal de la empresa Inmobiliaria Pocuro Sur SPA.

De acuerdo con lo anterior, se le informará formalmente a la empresa, de la presencia de Alerce vivo en el área donde se realizan trabajos, de forma tal que se tomen los resguardos necesarios, evitando su intervención y afectación de su habitat, cumpliendo estrictamente con lo estipulado en la normativa forestal vigente.

De antemano agradecemos su colaboración y preocupación por el medioambiente y la protección del patrimonio forestal de nuestro país.

Saludo atentamente a usted

CORPORACION NACIONAL FORESTAL
JEFE PROVINCIAL
LLANQUIHUE

JOSE MONEVA LÓPEZ
JEFE PROVINCIAL (I)
PROVINCIAL LLANQUIHUE

c.c.:Monica Hinojosa Santibañez - Secretaria, Programa Fiscalización y Evaluación Ambiental Op.LLhue
Marlene Pailla Caucao - Oficial de Partes, Provincial LLanquihue Op.LLhue

TODOS POR CHILE

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL
REGIÓN DE LOS LAGOS
DIRECCIÓN REGIONAL LOS LAGOS
GPJ/JML

MUNICIPALIDAD PUERTO MONTT
DIRECCION DE OBRAS
- 1 ABR 2019
INGRESO Nº 551.-

ORD.Nº: 78/2019

ANT. : ORD. N° 317

MAT. : INFORMA SOBRE INSPECCIONES AL HUMEDAL CINCO LAGUNAS, SECTOR VALLE VOLCANES

PUERTO MONTT, 28/03/2019

DE : DIRECTOR REGIONAL DIRECCIÓN REGIONAL LOS LAGOS OR.X

A : SEÑORA JAVIERA TORRES AVILA DIRECTORA DE OBRAS MUNICIPALES I. MUNICIPALIDAD DE PUERTO MONTT

En relación a lo solicitado mediante Oficio N° 317-2019, de fecha 20-03-2019, respecto de los resultados de las inspecciones efectuadas por esta Corporación al sector del Gran Humedal Cinco Lagunas, del sector de Valle Volcanes de la comuna de Puerto Montt, se informa lo siguiente:

Esta Corporación ha efectuado una serie de fiscalizaciones al sector del Gran Humedal Cinco Lagunas, en virtud de las cuales se ha constatado la presencia de individuos vivos de la especie Alerce, principalmente en las áreas aledañas a las lagunas y sectores más húmedos del lugar. Hemos elaborado un registro de la ubicación de todos los individuos que hemos constatado en terreno, con el fin de propender a su protección, y además, contar con los antecedentes necesarios para sancionar eventuales futuras intervenciones que los afecten.

CONAF no cuenta con el deslinde oficial, en formato digital, de la propiedad de Inmobiliaria El Olmo, por lo que nos es difícil aseverar el número de Alerces que se encuentran en su interior. No obstante lo anterior, si existen al menos algunos individuos de la especie Alerce en los márgenes de la laguna que se ubica en las coordenadas (UTM, datum WGS84, huso 18) 676.120 E; 5.407.800 N, los cuales efectivamente estarían en el interior de la propiedad de la empresa Inmobiliaria El Olmo.

Por otra parte, hasta esta fecha, en el sector del humedal en general, se han detectado aproximadamente 48 individuos de la especie Alerce en diferentes estados de desarrollo (principalmente entre 20 cm a 3 metros de altura). A continuación se detallan las coordenadas (UTM, datum WGS84, huso 18) de los Alerces encontrados:

- 676066 E 5407802 S (10 Alerces aprox.)
- 676161 E 5407701 S (1 Alerce 3 metros)
- 676450 E 5407717 S (2 Alerces)
- 676616 E 5407681 S (2 Alerces)
- 676623 E 5407654 S (1 Alerce)
- 676598 E 5407644 S (3 Alerces)
- 676691 E 5407637 S (4 Alerces)
- 676677 E 5407649 S (2 Alerces)
- 676721 E 5407807 S (1 Alerce)

- 676320 E 5407818 S (1 Alerce)

- 677135 E 5407541 S (1 Alerce)

Respecto del bosque nativo, producto de nuestras inspecciones se constató la corta, sin autorización de CONAF, de aproximadamente 0,6 ha de bosque nativo, compuesto por especies como; Luma, Maqui, Arrayán, Avellano, Canelo, etc. Debemos destacar que de acuerdo a lo observado en terreno, y a los antecedentes que se disponen con anterioridad de la intervención, la vegetación afectada cumplía con los parámetros técnicos definidos en la Ley para ser considerado "bosque nativo". Dicha intervención se ubica en las coordenadas (UTM, Datum WGS84, huso 18) 675.810 E; 5.407.356 N.

Conforme a nuestro mandato legal, en las próximas semanas presentaremos una denuncia ante el Juzgado de Policía Local de Puerto Montt, por corta no autorizada de bosque nativo, con el fin de que se sancione a los responsables según la Ley N° 20.283 establece.

Saluda atentamente a usted,

CORPORACION NACIONAL FORESTAL
DIRECTOR REGIONAL X REGION LOS LAGOS
OSORNO - LLANQ. CHILOE - PALENA

JORGE AICHELE SAGREDO
DIRECTOR REGIONAL
DIRECCIÓN REGIONAL LOS LAGOS

CARTA Nº 1297/2021

SANTIAGO, 25/02/2021

SEÑOR
DAVID HINOSTROZA AGUILA
AGRUPACIÓN CULTURAL POR LOS HUMEDALES Y ENTORNOS NATURALES
DAVIDH2009@GMAIL.COM,

De acuerdo a lo establecido en la Ley 20.285 de Acceso a la información pública y en respuesta a la solicitud N° AR006T0005606 presentada por Ud. con fecha 2 de febrero de 2021, en el cual solicita lo siguiente;

"...permisos otorgados a la inmobiliaria Pocuro sur Spa. para la remoción turba y Sphagnum magellanicum, sector valle volcanes final volcán tronador rol 2191-165 en Puerto Montt, lugar donde se desarrolla un proyecto inmobiliario.".

Al respecto, tengo a bien informar a Usted, que en el Servicio Agrícola y Ganadero no se encuentra registrado ningún Plan de Cosecha del musgo *Sphagnum magellanicum* a nombre de Pocuro Sur SpA (conforme al Decreto N°25/2017 del MINAGRI que dispone medidas de protección para este recurso).

Con relación a la remoción de turba, dicha materia no es competencia del SAG, por lo que se ha derivado su solicitud a Servicio Nacional de Geología y Minería y al Ministerio de Medio Ambiente.

Se adjunta el oficio para su conocimiento.

Le saluda atentamente,

HORACIO BÓRQUEZ CONTI
DIRECTOR NACIONAL SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO

Incl.:	Documento Digital: Solicitud Ver Documento Digital: Oficio 639 Ver Documento Digital: Oficio 637 Ver

ACV/MPF

Folio007009

Gmail

in:sent

Redactar

Recibidos

Pospuestos

Enviados

Borradores 1

Más

Meet

Nueva reunión

Unirte a una reunión

Hangouts

agrupacion

No hay chats recientes.
Inicia uno nuevo.

FW: RE: oficio denuncia y solicitud de fiscalización.

agrupaciongayi <agrupaciongayi@gmail.com>
para davidh2009

Enviado desde mi Galaxy

-------- Mensaje original --------
De: Oritia Teresa Saldivia Maldonado <oritia.saldivia@sag.gob.cl>
Fecha: 8/2/2021 09:14 (GMT-04:00)
A: agrupacion gayi <agrupaciongayi@gmail.com>
CC: Maria Alejandra Henriquez Feest <alejandra.henriquez@sag.gob.cl>
Asunto: RE: oficio denuncia y solicitud de fiscalización.

Estimados Sres. Junto con saludarlos cordialmente acuso recibo de su carta, la cual fue derivada

Sin otro particular, me despido atentamente,

ORITIA SALDIVIA MALDONADO
ENCARGADA OIRS SAG DIRECCION REGIONAL LOS LAGOS
DEPARTAMENTO COMUNICACIONES
TUCAPEL 140 – POBLACION LINTZ
FONO 652-258875
PUERTO MONTT
www.sag.cl

Responder Reenviar

c.c.: Cristian Ortega Pineda Profesional Subdepartamento de Transparencia y Participación Ciudadana Oficina Central
Ximena Mariela Bustamante Videla Profesional Subdepartamento de Transparencia y Participación Ciudadana Oficina Central
Carlos Rafael Liberona Barraza Administrativo Subdepartamento de Transparencia y Participación Ciudadana Oficina Central
Grisel Monje Vildosola Profesional División Jurídica Oficina Central
Paula Valentina Troncoso Kirsten Jefa Subdepartamento de Transparencia y Participación Ciudadana Oficina Central

El presente documento ha sido suscrito por medio de firma electrónica avanzada en los términos de la Ley 19.799
Validar en:
https://ceropapel.sag.gob.cl/validar/?key=104851853&hash=9134f

Puerto Montt, 05 de Febrero de 2021

De: Agrupación Cultural por los Humedales y Entornos Naturales "Gayi"

A: Sr. Eduardo Monreal Brauning Director SAG Región de los lagos.

Materia: Solicitamos fiscalización, reconocimiento y medidas de protección para la extracción de *Sphagnum magellanicum* no autorizado, que se encuentra en diferentes humedales de Puerto Montt.

Junto con saludar, Las Agrupación Cultural por los humedales y entornos Naturales, vienen a exponer y denunciar con gran preocupación, la extracción indiscriminada de la especie *Sphagnum magellanicun* no autorizado, sin plan de manejo, que se están efectuando en diferentes humedales urbanos de Puerto Montt dejando como resultado las graves alteraciones al ecosistema.

De lo anterior encontrándose en vigencia el Decreto N° 25 promulgado el año 2017 del Ministerio de Agricultura, que dispone medias para la protección del Musgo *Sphagnum magellanicum*.

Es por esto por lo que venimos a solicitar la fiscalización, resguardo y a su vez registrar estas zonas con presencia de *Sphagnum magellanicum*. Quisiéramos agregar que la extracción de este recurso no cuenta con el debido plan de manejo o similares y en otros casos la abertura no autorizadas de drenajes están generando graves daños y perdidas de este recurso, que es de gran importancia para la regulación de las aguas en los humedales y su entorno.

A continuación, en cuadro N° 1 se describe los lugares donde se han detectado la extracción y eliminación del *Sphagnum magellanicum*. además de señalar que en Puerto Montt solo 2 sectores se encuentran registrados para la extracción de este recurso, (ilque y Trapén alto). según carta N° 5319 del 14 de septiembre 2020, en respuesta a solicitud ley de trasparecía N° AR006T0005008.

Cuadro N° 1 información zonas de extracción.

zona	*Coordenadas UTM*		*observaciones*	Propietarios terrenos
Antiñir 1	671793.00 m E	5409388.00 m N	al interior de este humedal existe extracción *Sphagnum* y remoción de material a los alrededores	Socovesa Sur Puerto Montt
humedal llantén 1	673874.00 m E	5409606.00 m N	extracción de Sphagnum y en riesgo de eliminación por la existencia de drenajes en el lugar	Inmobiliaria GPR
llantén 2	673249.00 m E	5409870.00 m N	extracción de *Sphagnum* y en riesgo de eliminación por la existencia de drenajes en el lugar	inversiones F K limitada Rol 2141-84
llantén 3	673170.00 m E	5410059.00 m N	sector alterado por extracción de *Sphagnum* y transito motos	Joaquín Rodríguez Cifuentes Rol 2141-44
Llantén 4	674058.00 m E	5409665.00 m N	extracción de *Sphagnum* y en riesgo de eliminación por la existencia de drenajes en el lugar	Inmobiliaria GPR
Artesanos alerce	676112.00 m E	5412911.00 m N	zona de pequeño bosque de alerce,	Edecio Sepúlveda Vilches Rol 2190-81
humedal estero Paloma V. Volcanes	675853.00 m E	5408342.00 m N	trabajos maquinarias en el sector	inmobiliaria Pocuro
Lagunas los Puyes Volcanes	676198.00 m E	5407770.00 m N	presencia y extracción de *Sphagnum* perímetro de laguna.	propiedad inmobiliaria el Olmo (Enaco)
laguna los juncos Volcanes	676783.00 m E	5407775.00 m N	extracción *Sphagnum*	juan silva caileo
Pom pom 3 V volcanes	676697.00 m E	5408248.00 m N		Flavio Domingo
V. volcanes Pom pom 1	677111.00 m E	5407489.00 m N		Gloria aros
V. volcanes Pom pom 2	677355.00 m E	5407264.00 m N		Gloria aros
pom pom laguna san Sebastián	676786.00 m E	5407208.00 m N		inmob e inversiones Pelluco
Pom Pom Alerce Norte	673923.99 m E	5417284.06 m S	Aquí existe extracción de pom pom por personas que viven cerca del sector, no manejamos información de plan de manejo para la extracción. Hemos visto camiones constantemente salir con sacos de pompón.	-

imagen, 1, zona georreferenciadas.

Atte.

David Hinostroza Águila

Agrupación Cultural por los Humedales
Entornos Naturales Puerto Montt

Contacto:

agruapciongayi@gmail.com
davidh2009@gmail.com Fono: 998717282

AGRUPACIÓN CULTURAL POR LOS HUMEDALES Y ENTORNOS NATURALES
Persona Jurídica N° 220237
(25/04/2016)
RUT 65.124.443-9
Puerto Montt

SERNAPESCA
Ministerio de Economía, Fomento y Turismo
Gobierno de Chile

CORTE DE APELACIONES PUERTO MONTT
25 MAR 2019
UNIDAD ATENCION PUBLICO

ORD/X/N° 50524

ANT.: **Recurso de Protección Rol Nr. 396-2019**, Contra Inmobiliaria El Olmo S. A.

CORTE DE APELACIONES DE PUERTO MONTT
NII ING: 396-2019 FOLIO: 657
FECHA: 25/03/2019
HORA: 11:02 CAPTURA
Escrito : Oficio

MAT.: Informa con respecto al N. 4 del segundo otrosí.

Puerto Montt, 22 MAR 2019

DE : DIRECTOR REGIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA REGIÓN DE LOS LAGOS

A : ILUSTRÍSIMA CORTE DE APELACIONES DE PUERTO MONTT

Por intermedio del presente, y en relación al recurso de protección señalado en ANT., interpuesto por la Agrupación Cultural por los Humedales y Entornos Naturales y otros, en contra de Inmobiliaria El Olmo S.A. informo a Ud. lo siguiente al tenor de lo solicitado:

- En el marco de la Ley 18.892 de Pesca y Acuicultura, es pertinente indicar que en base a las competencias específicas de este Servicio, el día 8 de marzo funcionarios de esta Dirección Regional, junto al Sr. Klaus Kossiel, SEREMI de Medio, Región de Los Lagos, generaron una inspección a dos lagunas de tipo "humedal", ubicadas en el sector Valle Volcanes, con la finalidad de levantar antecedentes asociados a la presencia de especies hidrobiológicas muertas producto de la intervención de terceros sobre los cuerpos de agua.

- Dentro de dicha inspección, se realizó un sobrevuelo con equipo drone, sumado al recorrido de zonas ribereñas de ambas lagunas. Como resultado, no se evidenciaron a simple vista peces muertos que pudieran ser afectados por supuestos movimientos de tierra.

- En relación a ambos humedales, la laguna enumerada como 2 (según informe adjunto), se visualizó con tonalidad normal, nivel alto de agua, no evidenciando faenas de maquinarias que intervinieran directamente su rivera. Sin embargo, en la N° 3, se observó que esta se encuentra con escaso nivel de agua, constatando una zanja con agua en su zona sureste, en la que se observan cardúmenes de alevines de peces, sin poder identificar el tipo de especie.

- Importante mencionar que dentro de la actividad, se presentó el Sr. Miguel Torres, perteneciente a las comunidades aledañas, quien fue partícipe de la inspección y de los antecedentes levantados.

SERNAPESCA
Ministerio de Economía, Fomento y Turismo
Gobierno de Chile

- Finalmente, en relación a su consulta sobre antecedentes asociados a la presencia de peces en las lagunas y su estado de conservación, comento a Ud. que este Servicio no cuenta con dicha información, quedando dichas materias de investigación de los cuerpos de agua, en instituciones como centros de investigación o universidades.

Son otro particular, saluda atentamente a Ud.

SERVICIO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA
DIRECTOR
Región de Los Lagos
MINISTERIO ECONOMÍA FOMENTO Y TURISMO

EDUARDO AGUILERA LEÓN
DIRECTOR REGIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA
REGIÓN DE LOS LAGOS

EAL/CGCH/MPCH/ELG/LSR
Distribución:
1. C. de Apelaciones de Puerto Montt, Calle O´Higgins N° 144.
2. Departamento de Gestión Ambiental – Valparaíso
3. Archivo GEA.
4. Of. de Partes

INFORME
Inspección humedales "Valle Volcanes", Comuna de Puerto Montt

I. Resumen

Con fecha 8 de marzo del año 2019, personal de este Servicio, en conjunto con el SEREMI de Medio Ambiente, Sr. Klaus Kossiel, se realizó una inspección a dos humedales del sector Valle Volcanes (Imagen 1), dada la solicitud de las comunidades de investigar la presencia de peces muertos y alteración de los cuerpos de agua por terceros, específicamente en los N° 2 y 3 (Imagen 2).

En el lugar, también se encontraban funcionarios de la Municipalidad y de las comunidades denunciantes, levantando información sobre presencia de alerces.

Imagen 1. Ubicación geográfica de humedales en sector "Valle Volcanes", Comuna de Puerto Montt. (**Fuente:** Elaboración propia en base a Google Earth).

Imagen 2. Humedales (5) del sector Valle Volcanes. Los inspeccionados corresponden a los N° 2 y 3 (**Fuente:** Elaboración propia en base a Google Earth).

II. Observaciones de inspección.

1. Se realiza sobrevuelo con drone, del que no se observan movimientos de tierra cercano a los perímetros de los humedales y generados por terceros. Sin embargo, se visualizan maquinarias a unos 500 m del humedal N° 2, las cuales se encuentran desmalezando y aplanando el terreno para futuras construcciones inmobiliarias.

2. El humedal N° 2, se constata con tonalidad del agua normal, caracterizada por colocación café rojiza, propio de estos sistemas, sin observar, a simple vista peces en movimiento (Anexo - Imagen A).

3. El humedal 3, se observa con escaso nivel de agua, visualizando en el sector oriente, una zanja con agua proveniente del humedal, en donde se observan cardúmenes de peces (especies sin identificar), observando tonalidad del agua similar al N° 2 (Anexo - Imagen B).
   En este, de acuerdo a imagen satelital de Google Earth, con fecha 11.11.2018, se puede visualizar un polígono en donde su perímetro, pasa dentro del cuerpo de agua. Dicha área considera cerca de 0,17 km^2 y un perímetro de 2 km aproximadamente (Anexo - Imagen C).

4. En ambos casos, no es factible determinar la profundidad de los cuerpos de agua.

ANEXO FOTOGRÁFICO

Imagen A. Vistas generales humedal N° 2.

Imagen B. Vistas generales humedal N° 3.

Imagen C. Vistas satelitales de humedal N° 3, visualizando el polígono presente en imagen satelital del **11.11.2018**, en relación a la situación del **24.11.2010**.

Dirección Regional de Pesca y Acuicultura
LSR/MVG/lsr

Puerto Montt, 08 de marzo de 2019

14-3-2022

Informe Análisis normativo ambiental

Evaluación Impactos ocasionados productos del avance inmobiliario en inmediaciones del Condominio Altos del Bosque, sector Valle Volcanes, comuna de Puerto Montt.

Región de Los Lagos.

Consultora Ambiente y Territorio

Folio007021

I. Contexto general

El presente informe ha sido encargado por el mandante Comité perteneciente al Condominio Alto del Bosque – en adelante Condominio – y tiene por propósito, verificar riesgos ambientales que eventualmente podrían afectar al Condominio, ubicado en sector Valle Volcanes de la ciudad de Puerto Montt, asociados especialmente a la actividad inmobiliaria que rodea al condominio.

Se han investigado componentes ambientales del entorno, específicamente, humedales y red de drenaje junto a denuncias de Agrupación cultural por los humedales y entornos naturales GAYI – en adelante GAYI – además, de una revisión secundaria de información, asociada a documentación, estudios, informes y otros similares de temática ambiental pertinente junto a los actos administrativos asociados a la normativa ambiental vigente en el área circundante al Condominio.

El presente informe consta de los siguientes capítulos y sus respectivos anexos:

- Metodología y alcance del informe.
- Determinación del área de influencia
- Análisis del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

Anexos:

- Anexo I, Informe de riesgos y eventual daño ambiental al Condominio Altos del Bosque
- Anexo II, fichas humedales sectores Valle Volcanes y Alto La Paloma de la comuna de Puerto Montt.
- Anexo III, Estudio de la Red Hídrica en Condominio Alto del Bosque, Puerto Montt. Joaquín Aguirre Araya, Gestión Integrada del Agua y el Territorio
- Carta solicitud de información sobre presencia de alerces y respectiva respuesta por parte de CONAF Los Lagos.
- Registro visita humedales Alto La Paloma por parte del Tribunal Ambiental de Valdivia: Acta de visita y registro fotográfico.
- Registro fotográfico de anegaciones y alteraciones en Condominio Altos del Bosque, sector Valle Volcanes, comuna de Puerto Montt.

Ingreso a condominio Altos del Bosque

Folio007022

II. Metodología

El análisis documental referido ha consistido en una búsqueda y sistematización de información secundaria como denuncias ante diversos organismos públicos – realizadas por agrupación GAYI, informes y/o estudios técnicos ambientales, proyectos de inversión sometidos a evaluación ambiental en el Sistema de Evaluación Ambiental (SEIA), en un área correspondiente a Valle Volcanes desde avenida cuarta terraza del sector denominado Valle Volcanes, en dirección Noreste (calle tronador) hasta calle Choshuenco frente al condominio en dirección hacia calle Michimávida, incluyendo además los humedales de valle volcanes: Humedal Volcanes A (Bahía Mansa), humedal volcanes B (Laguna Mansa), Humedal Volcanes C (laguna Los Juncos) Humedal volcanes D (Laguna los puyes), y sector Alto La Paloma meseta sobre calle Choshuenco, incluidos los humedales La Guiña y Alto La Paloma. Todo esto, en razón de pesquisar procedimientos administrativos o antecedentes de riesgo en el área geográfica inmediata al Condominio – área de influencia – y que puedan constituir amenaza, riesgo o deterioro ambiental que influya negativamente en la salud de las personas, el entorno natural o patrimonio de los habitantes del Condominio.

Esta revisión se acompaña de visitas a terreno para verificar el estado ambiental del territorio definido como área de influencia sobre el condominio. El resultado de la prospección de terreno se presenta en ***Estudio de la Red Hídrica en Condominio Alto del Bosque, Puerto Montt***, elaborado por consultor Joaquín Aguirre Araya, Gestión Integrada del Agua y el Territorio, en colaboración con David Hinostroza de Agrupación GAYI y Ambyter.

En consecuencia, en área de influencia determinada se identificaron elementos del medio ambiente intervenidos por la actividad inmobiliaria bajo el criterio que pudiesen generar impactos sobre el Condominio.

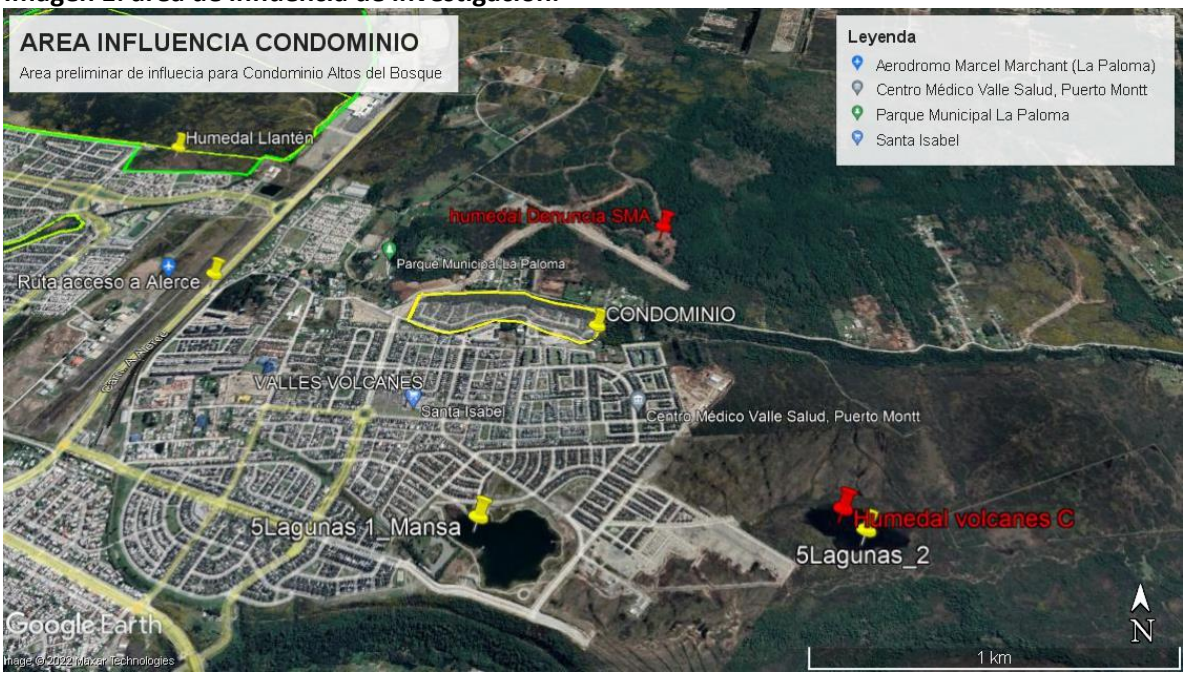
Este análisis documental requerirá de una sistematización de información primaria en terreno de las especialidades sanitaria – emisiones de ruido y material particulado – biológica – pérdida de biodiversidad – y geológica, además de entrevistas a representantes de Organismos de la Administración competentes, para así consolidar y validar los hallazgos documentales, tal como se realizó con el estudio de la red hídrica.

Los resultados y conclusiones obtenidos en el presente estudio entregarán una perspectiva general sobre el estado de intervención, riesgos y amenazas presentes para esta comunidad, y podrá ser utilizado por el mandante para los fines que estime conveniente.

III. Área de influencia

El área de influencia, corresponde al área o espacio geográfico de donde se obtuvo la información necesaria para predecir y evaluar los impactos en los elementos del medio ambiente intervenidos por la actividad inmobiliaria cercana al condominio, abarcando el área colindante denominado Alto la Paloma, y humedales de Valle Volcanes, complejo habitacional donde se emplaza el condominio.

Imagen 1: área de influencia de investigación.



Fuente: elaboración propia

Como se observa en imagen 1, el área del condominio se destaca en color amarillo emplazado al pie de un cambio de pendiente importante conformado por área verde entre la terraza superior de Alto La Paloma y la de más abajo que corresponde a Valle Volcanes. El condominio cuenta con una superficie total de 7, 185 Há, distribuidas en 124 viviendas que ocupan cerca del 60% de la superficie total, área verde correspondiente a bosque nativo (con presencia de algunas especies introducidas) en ladera de casi dos hectáreas que separa naturalmente al condominio de Alto La Paloma, más áreas comunes y vialidad interna. Se ubica en un barrio consolidado de Puerto Montt, cercano a colegios, supermercados, mall y comercio en general. Este cuenta con vigilancia las 24 horas del día, acceso controlado y restringido sólo con autorización de propietarios, áreas verdes para compartir en familia, sector de plaza de juegos y senderos para recorrer, y zona de ladera con bosque nativo.

En relación al plan regulador vigente, el condominio se emplaza cercano al límite urbano, en área denominada zona residencial R – 2B, colindante con áreas CN fuentes y cauces naturales (estero La Paloma); L3 laderas; ZEUC 1 extensión urbana condicionada; ZEU equipamiento urbano; y PU parque urbano.

Cabe destacar, conforme a la Ordenanza local del Plan regulador, la zona ZEU correspondiente a equipamiento urbano permite únicamente las viviendas existentes, aunque al mismo tiempo no prohíbe expresamente el uso de suelo para vivienda y por tanto es posible el desarrollo inmobiliario en esta zonificación; La ZEUC 1 correspondiente zona de equipamiento urbana condicionada permite todos los usos de suelo residencial y equipamiento con excepción de cárceles y centros de detención, mientras que actividades productivas permite sólo talleres e inofensivas.

Actualmente son áreas de parcelaciones de baja densidad poblacional, con casas sin equipamiento urbanístico ni sanitario. Mientras que los humedales que rodean al condominio se emplazan en zonas de extensión urbana condicionada ZEUC 1.

Las condiciones asociadas a la Ordenanza Local del Plan Regulador vigente, indica para las áreas de zonificación en el área de influencia del condominio lo siguiente:

2.3. CONDICIÓN DE URBANIZACIÓN

1._Que los desarrollos inmobiliarios implementen soterramiento de redes.

2.4. CONDICIONES PARA LA EJECUCIÓN EN ETAPAS

El proyecto *podrá ejecutarse en etapas de 10 hectáreas como mínimo*, en cuyo caso la Dirección de Obras Municipales, otorgará la recepción parcial de las obras de urbanización y el equipamiento correspondiente. La DOM verificará el cumplimiento en forma progresiva hasta completar el proyecto en su totalidad.

Mientras que en los requerimientos del estudio técnico que se acompaña al proyecto de desarrollo inmobiliario, para el informe de suelo, se exige:

Los proyectos que se presenten en sectores donde el informe de suelos identifique humedales, se deberán establecer zonas de restricción en torno a los mismos, evitando afectar su condición natural.

Previo a la recepción final de las obras, el titular deberá presentar a la DOM un certificado de conformidad, emitido conjuntamente por el Servicio Agrícola y Ganadero y la Secretaría Regional Ministerial de Agricultura, ambos de la Región de Los Lagos, respecto a la ejecución del proyecto de rehabilitación de suelos y/o protección de humedales, descritos en los párrafos anteriores.

La zonificación en tanto PU de parque urbano, permite únicamente equipamiento de cultura, excluido culto, científico, comercio (sólo restaurantes, fuentes de soda y centro de eventos) y esparcimiento (excepto casinos, juegos electrónicos o mecánicos, bowling y canchas de patinaje), además de prohibir expresamente el uso residencial.

La zonificación L2, correspondiente a la ladera colindante con el condominio y que forma parte de las áreas verdes del mismo en un tramo cercano a 500 metros, se encuentran permitidos todos los usos de suelo residencial y equipamiento, excepto, cementerios, crematorios, centros de detención y cárceles. Además, contempla normas especiales indicadas en art.17 de la ordenanza local del plan regulador, que dice relación con todo edificio que se quiera construir en un terreno con pendiente igual o superior al 25% (referido al suelo natural), debe contar con una serie de medidas de protección y restricciones.

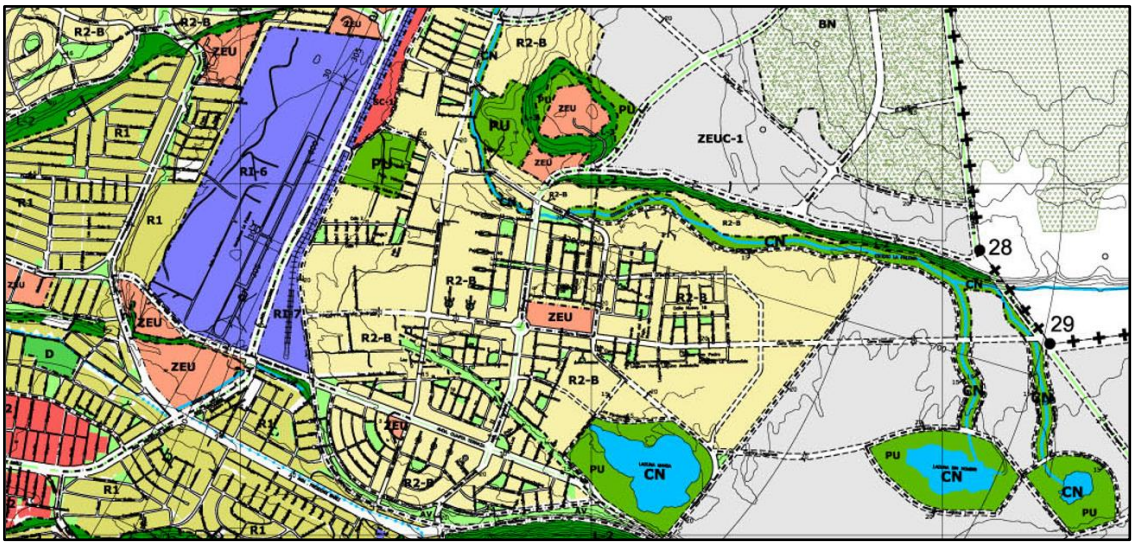
Por último, la zonificación CN, en este caso Estero La Paloma, está constituida por los terrenos que presentan condiciones naturales de riesgo por inundación, y que deben ser protegidas y resguardadas para mantener el escurrimiento de las aguas en áreas urbanas. El Municipio podrá autorizar la instalación de estructuras de carácter temporal por un período determinado de tiempo, como ferias artesanales, teatros al aire libre y otros similares. Las estructuras o construcciones temporales que dichas actividades requieran estarán sujetas a las normas de edificación de ésta zona.

Se encuentra expresamente prohibido el uso residencial y todo aquel uso NO mencionado como permitido, al no indicarse ningún uso permitido fuera de instalación de estructuras temporales se entiende que no es posible modificar de ninguna manera el Estero La Paloma o realizar obras permanentes en el cauce o su lecho. Y agrega esta zonificación como norma especial:

En las zonas de restricción de quebradas y cauces se prohíbe la eliminación de la vegetación existente. El tratamiento de esta vegetación debe ser aprobado mediante pronunciamiento de los organismos competentes (CONAF, Dirección General de Aguas y Dirección de Obras Hidráulicas).

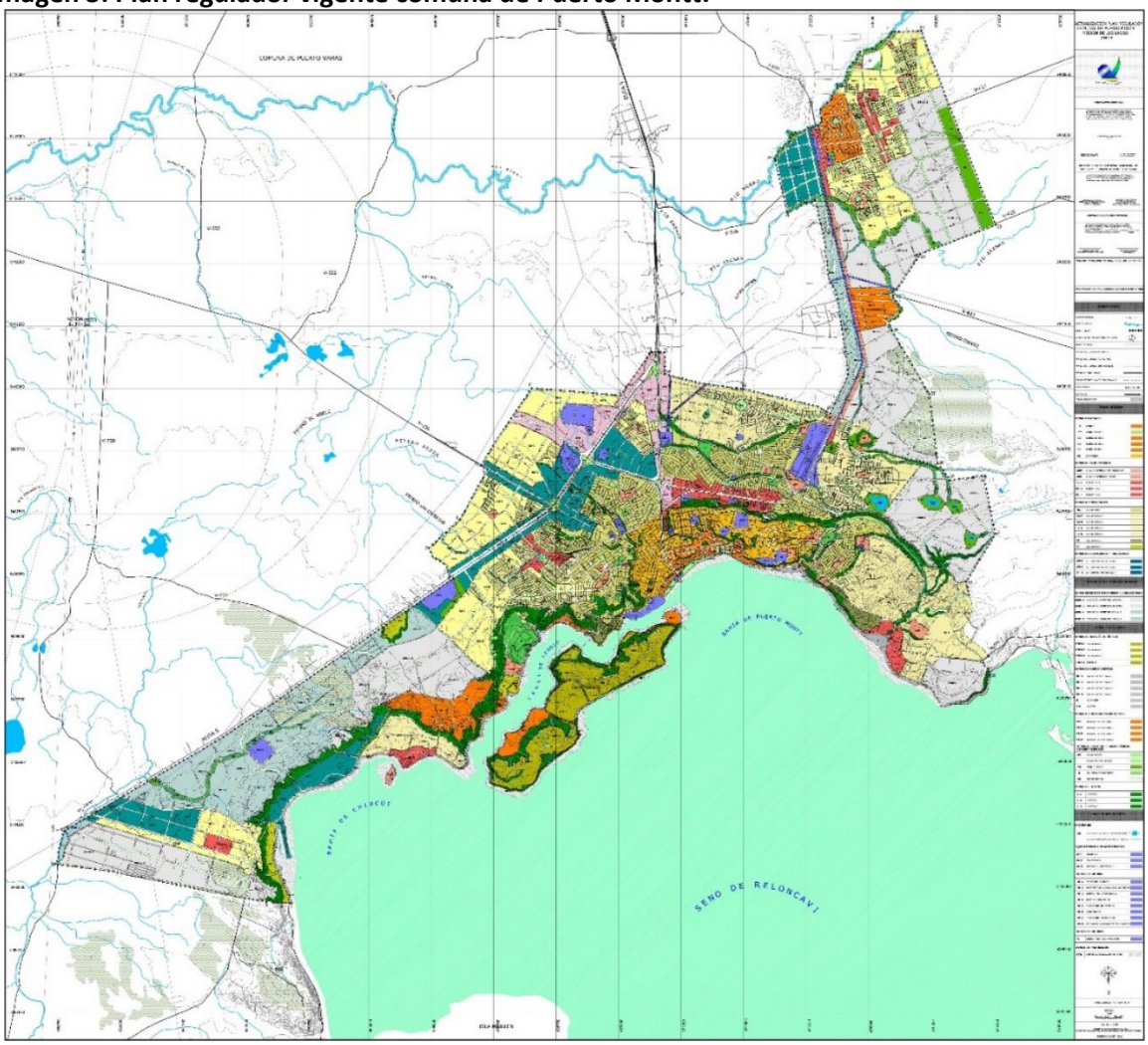
A continuación, se muestran gráficamente el plan regulador y la sección correspondiente al emplazamiento del condominio.

Imagen 2: Sección área de emplazamiento del condominio según Plan regulador vigente de Puerto Montt.



Fuente: Ilustre Municipalidad de Puerto Montt. Sitio web transparencia municipal.

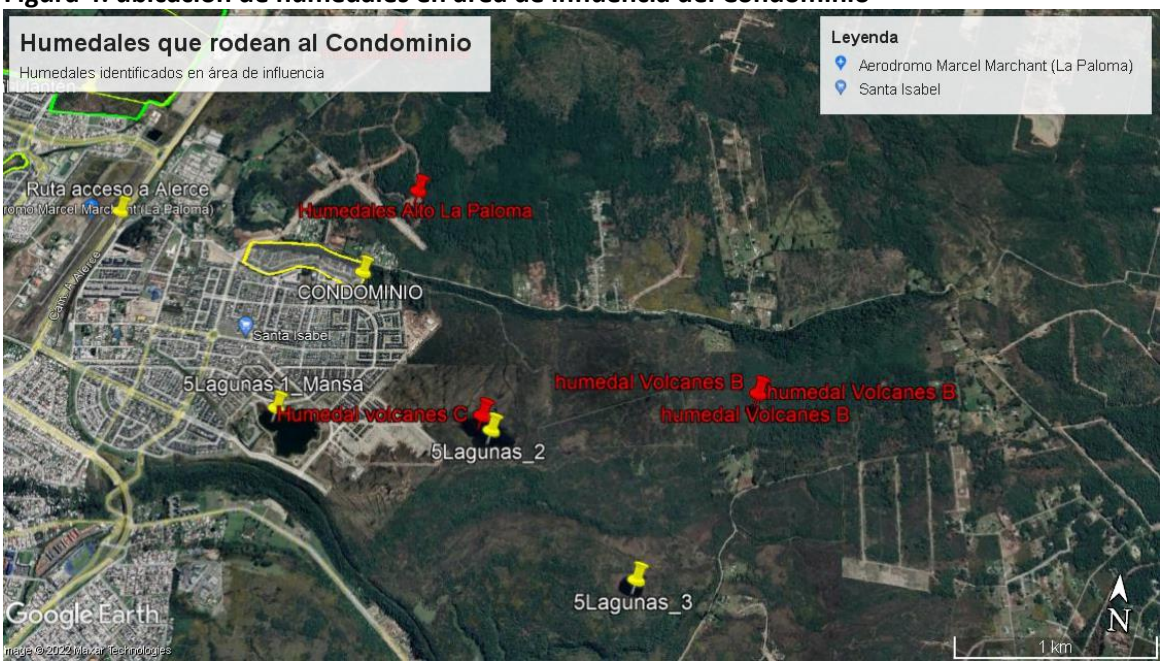
Imagen 3: Plan regulador vigente comuna de Puerto Montt.



Fuente: Ilustre Municipalidad de Puerto Montt. Sitio web transparencia municipal.

Para la determinación del área de influencia se consulta como se mencionó antes, el estudio de la red hídrica incluidos los humedales. En Anexo 1 del presente informe, se presenta descripción bibliográfica de los humedales que rodean al condominio, para lo cual se resumen las fichas técnicas de estudio *"Elaboración de expediente de humedales urbanos de Puerto Montt de acuerdo con la Ley N°21.202"* realizado por el centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile Universidad de concepción, octubre 2021, el cual fue elaborado a solicitud de la I. Municipalidad de Puerto Montt con la finalidad de solicitar declaratoria oficial de humedales urbanos al Ministerio de Medio Ambiente.

Figura 4: ubicación de humedales en área de influencia del Condominio



Fuente: elaboración propia

En conclusión, en el área de influencia descrita tenemos los elementos del medio ambiente más significativos en cuanto a extensión y receptores de impacto debido a la actividad inmobiliaria:

- Zonas de formaciones vegetacionales de bosque y matorrales nativas tipo siempre verde, varias de ellas en categoría de conservación, como alerce, canelo o ulmo, altamente intervenido por acción humana, secciones o parcelaciones de pastoreo, o vivienda, y presencia de varias especies de flora introducida, como espinos o herbáceas.

- Una serie de cuerpos de agua superficial, siendo el principal cauce en el área de estudio el Estero La Paloma, además de los humedales.

- Suelos de mal drenaje, asociado a humedales y turberas, de lomajes suaves y algunas depresiones o laderas de importancia.

- Igualmente, se considera como un elemento del ambiente aquel de origen antrópico o construido, ya que el barrio valle volcanes, donde se emplaza el condominio corresponde a un complejo urbanístico consolidado de más de 3000 viviendas entre departamentos, casas y servicios como restoranes, centros de eventos, colegios, áreas verdes, supermercados.

Folio007028

IV. Resultados y Análisis documental.

4.1 Análisis del SEIA

Se solicitó al Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) Los Lagos vía transparencia informar las cartas de pertinencias ambientales que hayan ingresado en sectores valle volcanes y alto la paloma de la comuna de Puerto Montt, la cual, no fue acogida, ya que era una solicitud muy amplia. No obstante, esto revisada la información publicada en la plataforma de pertinencias del Ministerio de Medio Ambiente (MMA), se puede indicar que no se encontraron pertinencias tramitadas o resueltas de interés en el área de influencia del condominio.

En relación a proyectos de inversión de interés, como proyectos de saneamiento, inmobiliarios, infraestructura hidráulica y equipamiento, evaluados y calificados favorablemente en el SEIA para la comuna de Puerto Montt tenemos:

Tabla 1: Proyectos calificados favorablemente en SEIA en comuna de Puerto Montt

Tipología de proyecto	Cantidad de proyectos	Proyectos calificados favorablemente en el área de influencia
Proyectos de saneamiento (aguas servidas, tratamientos de RILes y agua potable)	94	
Inmobiliarios	7	
Infraestructura hidráulica	2	Modificación de cauce estero La Paloma
Equipamiento	21	

Fuente: elaboración propia en base a plataforma web del SEIA https://seia.sea.gob.cl/

4.1.1 Análisis proyecto Modificación cauce Alto La Paloma, RCA 153/2019

Para proyecto evaluado ambientalmente como Declaración de Impacto Ambiental (DIA), denominado: "Modificación de cauce Alto La Paloma", que cuenta con RCA favorable N°153/2019 cuyo expediente digital es https://seia.sea.gob.cl/expediente/expedientesEvaluacion.php?modo=ficha&id_expediente=2141200264#-1 , al revisarlo llama la atención los siguientes aspectos:

4.1.1.1 El objetivo declarado del proyecto es: El proyecto descrito en la presente Declaración de Impacto Ambiental tiene como objetivo general modificar el trazado del curso de agua del estero La Paloma en una sección de 460 metros. Además, el proyecto incluye abovedar una sección parcial del mismo en el cruce de la calle Volcán Choshuenco con Avenida Marcelo Fourcade.

4.1.1.2 La justificación del proyecto declarada es: La ciudad de Puerto Montt ha experimentado en las últimas décadas un crecimiento en diferentes ámbitos, a partir de su nombramiento como capital regional el año 1981, lo que ha demandado, entre otros, el desarrollo de proyectos inmobiliarios en distintos sectores de la comuna, de modo de satisfacer esta necesidad habitacional.

La empresa ha considerado el predio ubicado en el sector La Paloma como emplazamiento idóneo para la implementación de un proyecto inmobiliario, dado las características naturales del entorno,

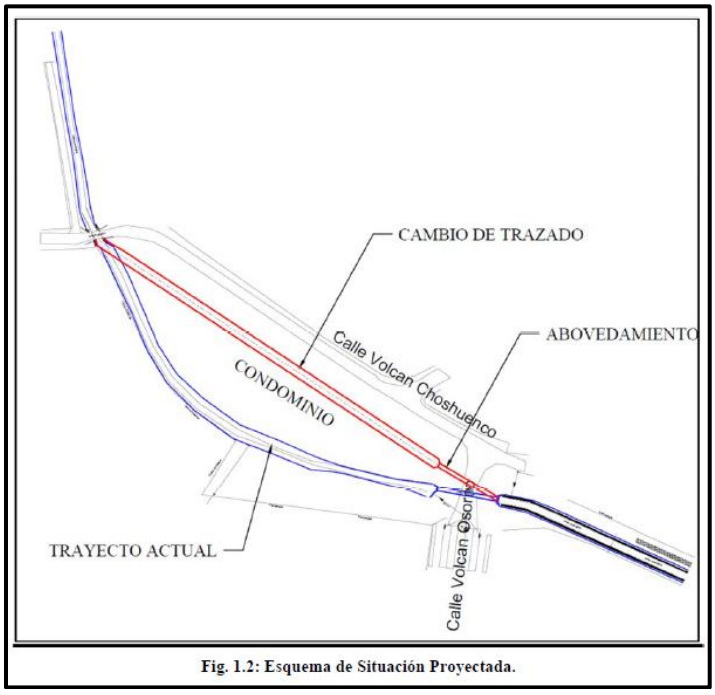
emplazado dentro del radio urbano, que lo vuelve altamente atractivo para quienes busquen vivir en un ambiente favorecido. Además, el entorno inmediato del sector donde se emplaza el proyecto, posee una excelente conectividad hacia otros puntos estratégicos de la ciudad, brindando una buena accesibilidad, seguridad y mejor calidad de vida para sus habitantes.

Así tenemos, que la obra materia de evaluación en la DIA tiene como objetivo general modificar el trazado del curso de agua del estero La Paloma en una sección de 460 metros, incluyendo abovedar una sección parcial del mismo en el cruce de la calle Volcán Choshuenco con Avenida Marcelo Fourcade. Pero, con el propósito de desarrollar proyecto inmobiliario, tal como se señala expresamente en la justificación del documento Declaración de Impacto Ambiental.

En anexo 8 de la DIA, denominado MC Alto La Paloma, corresponde a la Memoria de Cálculo para la modificación del Estero La Paloma, en cuya descripción señala que se analizaron la descarga de aguas lluvias, del Terreno urbanizado, en el Estero La Paloma y el cambio de trazado debido al emplazamiento del condominio sobre este y abovedamiento parcial por atravieso de calle Volcán Osorno. La extensión que abarca el presente estudio es de aproximadamente 460m. Se realizó un estudio hidráulico al Estero, 108m aguas arriba y 131m aguas abajo de la modificación. Y, agrega en punto 1.2 de anexo 8 MC Alto La Paloma, que la modificación del cauce contempla:

- Descargar aguas lluvias del condominio urbanizado – entendiéndose como “condominio urbanizado”, al terreno colindante con el estero La Paloma, de 1,1 hectárea de superficie, según consta en figura 1.2 “esquema de situación proyectada”, y al proyecto de urbanización de Alto La Paloma.
- Abovedamiento parcial y cambio de trazado del estero en su paso por el condominio.

Figura 5: ubicación proyecto de abovedamiento y cambio de trazado DIA Modificación de Cauce Alto La Paloma.



Fuente: Anexo 8 de la DIA, denominado MC Alto La Paloma, Memoria de Cálculo para la modificación del Estero La Paloma

4.1.1.3 Análisis cumplimiento de normativa aplicable:

Según el plan regulador vigente – hasta la fecha – la zona de emplazamiento que rodea la obra de abovedamiento del proyecto corresponde a zona RB2 (residencial de extensión urbana) y CN (fuentes y cauces naturales), es la zona donde se ejecuta el proyecto, ésta última zona de riesgo natural por inundación y, por tanto, zona protegida y resguardada para mantener el escurrimiento natural de las aguas en áreas urbanas (descripción Certificado de Informaciones Previas, anexo 3 de la DIA), emanado desde de la Ordenanza Local (OL) del Plan Regulador Comunal (PRC).

No se acredita el cumplimiento de Norma Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. D.S. N°47/1992 (permiso sectorial de edificación), de hecho, el Titular declara en ficha resumen de la DIA: *"Las definiciones de usos de suelo, elemento integrante del Plan Regulador Comunal constituyen un elemento determinante de la necesidad del proyecto de someterse obligatoriamente al SEIA. Desde otro punto de vista, resulta de incidencia en el proyecto, la zonificación contenida en el respectivo PRC, a la que se asocia usos de suelo prohibidos"*. Es decir, esto evidencia que el Titular del proyecto está en pleno conocimiento que su proyecto se emplaza en un área prohibida conforme a la normativa vigente.

Es decir, el Titular justifica el ingreso al SEIA en que la zonificación al PRC se asocia a prohibición del proyecto en evaluación, cuestión que normativa y metodológicamente se encuentra errado, el ingreso obligatorio al SEIA está determinado en art.10 de la Ley 19.300/1994 sobre bases generales del Ministerio Secretaría General de la presidencia, y Art.3 del DS.40/2012 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, del Ministerio de Medio Ambiente, de hecho formalmente el proyecto ingresa a evaluación ambiental por **literal a)** del Art.10 de ley 19.300/1994:

Artículo 10.- Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental, son los siguientes:

a) Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas, presas, drenaje, desecación, dragado, defensa o alteración, significativos, de cuerpos o cursos naturales de aguas;

y **literal a.4)** del DS40/2012:

"Defensa o alteración de un cuerpo o curso de aguas continentales, tal que se movilice una cantidad igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos de material (50.000 m³), tratándose de las Regiones de Arica y Parinacota a la Región de Coquimbo, o cien mil metros cúbicos (100.000 m³), tratándose de las Regiones de Valparaíso a la Región de Magallanes y Antártica Chilena, incluida la Región Metropolitana de Santiago".

"Se entenderá por defensa o alteración aquellas obras de regularización o protección de las riberas de estos cuerpos o cursos, o actividades que impliquen un cambio de trazado de su cauce, o la modificación artificial de su sección transversal, todas de modo permanente". "La alteración del lecho del curso o cuerpo de agua y de su ribera dentro de la sección que haya sido declarada área preferencial para la pesca recreativa deberá someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, independiente de la cantidad de material movilizado".

El MINVU (Seremi de Vivienda y Urbanismo) mediante oficio 28/2008, se pronuncia en una primera instancia con observaciones: El proyecto cauce Estero la Paloma se emplaza en la zona CN Fuentes Cauces Natural del Plan Regulador Comunal de Puerto Montt vigente. Por lo anterior, cualquier cambio a la zonificación (CN) genera una modificación al instrumento de planificación territorial.

La observación anterior NO se comprende del todo, ya que, la Ordenanza Local del Plan Regulador señala expresamente para la zonificación CN asignada al Estero La Paloma: ***Se encuentra expresamente prohibido el uso residencial y todo aquel uso NO mencionado como permitido***. Ver figuras 2 y 8 del presente informe, además de la respuesta del Titular en Adenda (pág.66 y 67) que se ha copiado de manera textual para el presente informe:

Figura 6: Respuesta Adenda, DIA Modificación de cauce Alto La Paloma

5. El proyecto cauce Estero la Paloma se emplaza en la zona CN Fuentes Cauces Natural del Plan Regulador Comunal de Puerto Montt vigente.
Por lo anterior, cualquier cambio a la zonificación (CN) genera una modificación al instrumento de planificación territorial.

Respuesta: El Titular del proyecto pretende cambiar el trazado natural de una sección acotada del curso del estero La Paloma de 202 metros lineales (460 metros lineales como AI), conservando la zonificación de cauce natural (CN), señalado por el Plan Regulador Comunal vigente de la comuna de Puerto Montt (2009), manteniendo una franja de protección del cauce del estero a través de gaviones (fig. 27 y 28).

Meridiano73 Ltda. – Consultora Ambiental **66**

Fuente: Adenda, Declaración de Impacto Ambiental: Modificación de cauce Alto la Paloma

Figura 7: Respuesta Adenda, DIA Modificación de cauce Alto La Paloma

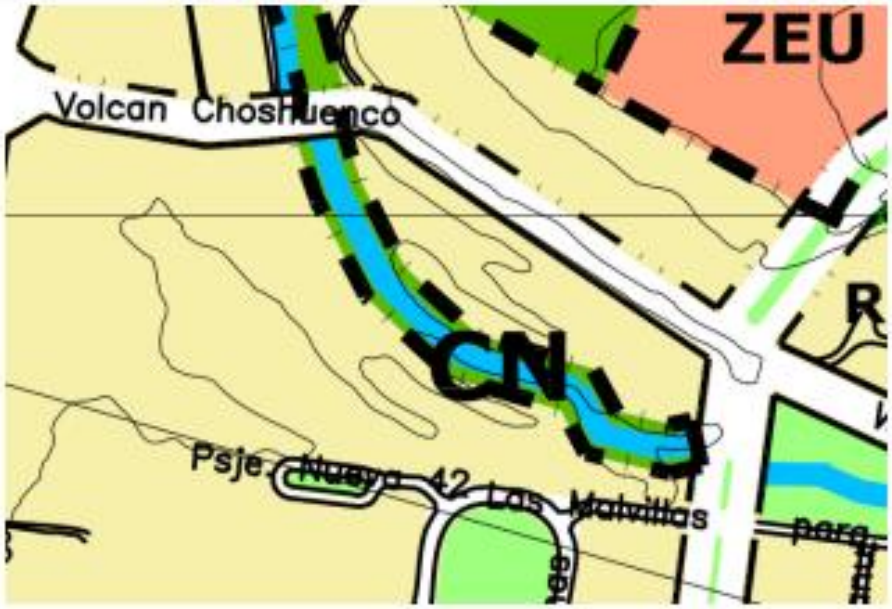


Figura 27. Imagen con detalle del plano 01 del Plan Regular Comunal de Puerto Montt (2009), que muestra al estero La Paloma como cauce natural (CN).

Figura 28. Imagen con detalle de corte transversal del canal proyectado que muestra la instalación de gaviones en la base y refuerzos laterales del cauce del estero La Paloma.

Meridiano73 Ltda. – Consultora Ambiental 67

Fuente: Adenda, Declaración de Impacto Ambiental: Modificación de cauce Alto la Paloma

El Titular del proyecto al declarar expresamente que ***"conserva la condición de cauce natural"*** y manteniendo una franja de protección, se concluye que NO se modifica características físico –

Folio007033

químicas, biológicas, volumen, caudal del estero La Paloma, y, en consecuencia, no existen modificaciones de cauce de ningún tipo asociadas a este abovedamiento.

Lo anterior, se contraviene con el ingreso de aguas lluvias desde el "condominio urbanizado", ya que se adiciona un volumen de agua y varía el caudal del Estero La Paloma en este punto no evaluando sus efectos aguas abajo.

Siguiendo con el análisis de los actos administrativos, en ordinario 28/2008 del MINVU, esta observación se incluye en *Otras Consideraciones Relacionadas con el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto*, al igual que en Ord.383, 01 de octubre de 2018 del Servicio de Evaluación Ambiental Los Lagos, y también en el ICE (Informe Consolidado de la Evaluación), en oficio 28/2018, agrega: se hace presente que todas las obras hidráulicas descritas en el presente proyecto, deberán contar con la aprobación sectorial por parte de la Dirección General de Aguas en forma previa a su ejecución, de conformidad con lo dispuesto en los artículos 41,171 y 294 del Código de Aguas. El municipio por cierto no hace observación alguna al respecto y se pronuncia conforme a la DIA, mediante oficio 1480/2018, no ejerciendo facultad otorgada en el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental DS.40/2012 del Ministerio de Medio Ambiente, artículos 24 y 33 que facultan a las municipalidades a pronunciarse fundadamente, de manera precisa y dentro de sus competencias, sobre el Plan Regulador Comunal, los instrumentos de planificación territorial vigentes, como el PLADECO, y las Ordenanzas municipales.

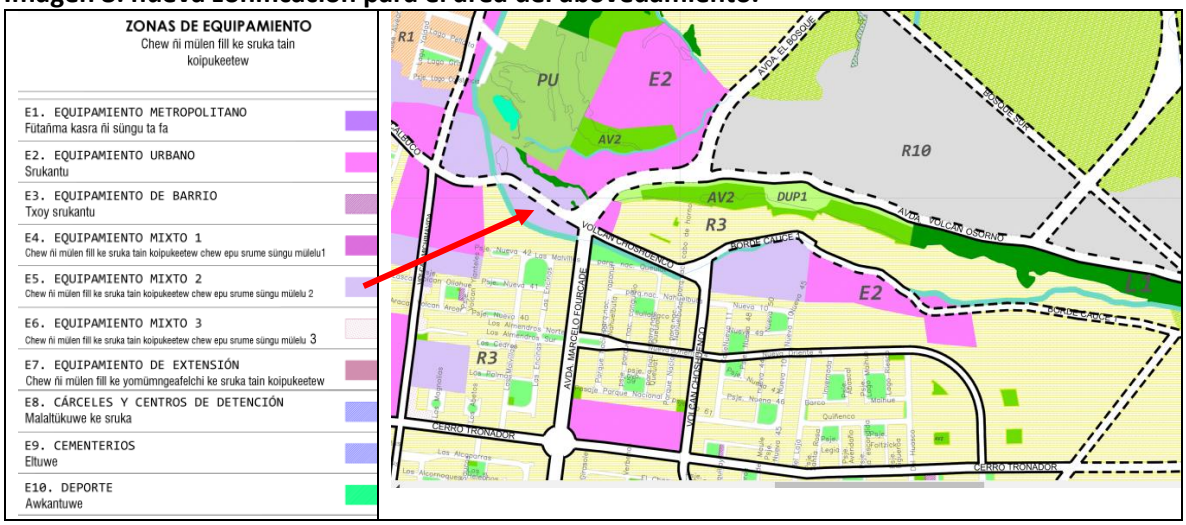
En el expediente de la DIA no figura alguna acta u otro documento emanado desde el Servicio de Vivienda y Urbanismo, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo o el Departamento de Obras del Municipio de Puerto Montt, que indiquen alguna exención o acuerdo que permita el abovedamiento de Estero La Paloma, sino que se acepta lo declarado por el Titular en Adenda.

Revisados los planes reguladores vigente y la propuesta de PRC en evaluación, se puede observar que la zona donde se ubica la obra ya construida, no se evidencia alguna zonificación especial para el Estero La Paloma, como ocurre en el PRC vigente (imagen 3 del presente informe) donde este estero se encuentra zonificado como CN, cauce natural, esto podría interpretarse que los organismos de la administración del Estado con competencia ambiental, o al menos la Dirección de Obras Municipales de la Municipalidad de Puerto Montt, obraron en razón de un escenario futuro, el cual podría eventualmente cambiar, y no se apega a la normativa vigente en el proceso de evaluación ambiental.

Sumado a lo anterior, ha sido modificada a equipamiento mixto el área donde se emplaza el "Condominio Urbanizado" que corresponde además a las 1,1 hectáreas. Las demás áreas aledañas se mantienen con la misma zonificación del PRC vigente.

Folio007034

Imagen 8: nueva zonificación para el área del abovedamiento.



Fuente: sección plan regulador en consulta, página web del municipio.
file:///C:/Users/HP/Downloads/LAMINA%201%20(1).pdf

En Resuelvo N°2 de la Resolución que califica favorablemente al proyecto, establece: Certificar que el proyecto "Modificación de cauce estero La Paloma" cumple con la normativa de carácter ambiental aplicable, lo cual no se condice con el análisis realizado.

4.1.1.4 Inconsistencia – duda acto administrativo:

Otro aspecto que llama la atención en el expediente de evaluación es pronunciamiento de CONAF que se excluye de la evaluación debido a que el proyecto no considera corta de bosque, según se indica en punto 4 de ORD. Nº 28-EA/ 2018, sin embargo, en este mismo oficio en su punto 3, señala que CONAF verificó que parte de la faja en que se ubica la zanja de encauzamiento del estero La Paloma, en un punto central de Coordenadas UTM 676150 m E - 5408488 m S, y en un tramo de una longitud de alrededor de 250 m, la apertura de faja y excavaciones, intervinieron o cortaron Renovales de Bosque Nativo del Tipo Forestal Siempreverde, con alturas de 6 a 12 m, y especies tales como luma, coihue, ulmo, notro, canelo, entre otras.

La intervención o corta de Bosque Nativo corresponde a una Corta no autorizada, por lo cual a nivel sectorial CONAF verificará los hechos, y efectuará las denuncias que corresponda ante los Tribunales.

Este informe de CONAF, además de contradictorio, abre la interrogante, si efectivamente se realizó la denuncia ya que atribuye al Titular del proyecto: Inmobiliaria Aconcagua esta corta de bosque y zanja de encauzamiento del estero La Paloma, el cual es objeto de evaluación y parte del AREA DE INFLUENCIA del proyecto, en consecuencia, TODO lo que sea pertinente ambientalmente en el área de influencia del proyecto debería ser evaluado en el proceso de evaluación ambiental.

Se consulta a CONAF vía transparencia por este oficio – solicitud Número 3252/2022 – y responde, se está a la espera de que este organismo realice visita a terreno, ya que no cuenta con antecedentes de haber realizado efectivamente la denuncia, desde el año 2019 a la fecha. Y seguido indica:

Respecto del Proyecto de canalización de las obras del Estero La Paloma, según los antecedentes que se han podido recopilar, se trata de una obra presentada a evaluación ambiental el año 2019 y que está circunscrita a las coordenadas: Inicio (5408656-674816) - Término (5408785-674618), en tanto el sitio donde los funcionarios detectaron una corta corresponde a una parte del tramo comprendido entre las coordenadas 676571 - 5408129 y 675738 – 5408534.

Debido a que se trata de una visita efectuada el año 2019, es necesario recabar los antecedentes, confirmar si se efectuó la denuncia respectiva y en qué estado se encuentra o en caso contrario, efectuar la visita al lugar, de manera de realizar la denuncia respectiva. En cualquiera de los dos casos, se le remitirán los antecedentes.

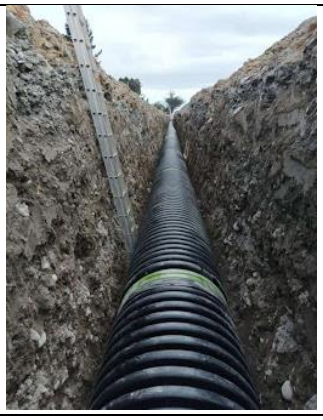
4.1.1.5 De los contenidos mínimos para evaluar una DIA:

Análisis art.19, literales b.1 y b.3, Reglamento del sistema de Evaluación Ambiental, DS40/2012, del Ministerio de Medio Ambiente.

En el capítulo 6, punto 6.6.2 de la DIA se declara que El proyecto no genera ni presenta efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire, durante la fase de construcción.

Sin embargo, para la determinación del área de influencia y el análisis de los recursos naturales a intervenir, el Titular no declara las intervenciones aguas arriba del estero La Paloma – gaviones que alteran velocidad y escorrentía – y, sobre todo, las actividades asociadas al proyecto inmobiliario de Alto La Paloma, **actualmente en ejecución**, donde se intervienen humedales ubicados en sectores Alto La Paloma: humedales La Güiiña y Alto La Paloma, además de los humedales de Valle Volcanes, para ser drenados hacia el estero La Paloma, según consta en visita del Tribunal Ambiental, visita previa inspectiva de la SMA, denuncias realizadas por GAYI y estudio de red hídrica, todos antecedentes revisados al presente informe.

Tabla 2: evidencias de drenaje hacia Estero La Paloma

		
1. Demanda contra Inmobiliaria Alto Volcanes SpA, Fuente: registro visita tribunal ambiental de Valdivia – 12 enero de 2022	2. Futura Avenida el Bosque que se conectará con Avenida Fourcade. Fuente: registro septiembre 2021 David Hinostroza – Agrupación Gayi	3. Futura Avenida el Bosque que se conectará con Avenida Fourcade. Fuente: registro septiembre 2021 David Hinostroza – Agrupación Gayi

Como se evidencia en tabla 2, la aseveración realizada en capítulo 6 de la DIA, respecto de la no generación de impactos adversos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales durante la

etapa de construcción, es cuestionable, en las tres fotografías se ven obras de grandes dimensiones destinado a encausar el drenaje del humedal Alto La Paloma y La Güiña, especialmente, en fotografía 1, que denota por cambios de color en suelo se encausa gran cantidad de aguas hacia un punto de descarga de manera artificial, en fotografía 3, se pueden dimensionar el volumen de las obras requeridas para drenaje, lo cual no se condice con las dimensiones de obras de sumideros de aguas lluvia, y además no se considera aguas arriba del abovedamiento la construcción de gaviones sobre el estero, que afecta la escorrentía natural del cauce.

Cabe destacar, que esta red de drenaje que se encauza hacia el Estero La Paloma, en punto de abovedamiento mediante atravieso en calle Choshuenco. A la fecha no se ha operativizado dicha obra, calificada favorablemente, aunque en la DIA se indica que la etapa de construcción finalizará en febrero de 2019, sólo faltando la restitución del cauce y apertura de calle Choshuenco, lo cual podría interpretarse que se está a la espera de la conexión de drenaje proveniente desde Alto La Paloma.

Como Compromiso Ambiental Voluntario (CAV), el titular compromete monitoreo aguas arriba y abajo del estero para verificar que no ha variado el aporte de sólidos suspendidos, y se indica además que el corte en el estero para realizar las obras será por un período breve en época estival y así proteger al cauce.

Tabla 3: evidencias uso de abovedamiento del Estero La Paloma para drenaje de sector Alto La Paloma.

	1.Vista frontal proyecto inmobiliario Alto Volcanes SpA y Aconcagua Sur S.A. Fuente: propia – fecha: 02.03.2022

	2.Vista corte calle Choshuenco proyecto inmobiliario Alto Volcanes SpA y Aconcagua Sur S.A. situación que se vive hace dos años. Fuente: David Hinostroza Gayi – fecha: 02.03.2022
	3.Vista abovedamiento Estero La Paloma, sección calle Volcán Calbuco, evidencia de desvío de cauce y posteriores anegamientos y rebalse de agua lluvia (montículo de tierra no permite el ingreso del cauce a la obra) Fuente: David Hinostroza Gayi fecha: 09.03.2022

	4.Vista abovedamiento Estero La Paloma, sección calle Choshuenco. Fuente: David Hinostroza Gayi. fecha: 09.03.2022
	5.Vista aguas arriba del abovedamiento del estero la Paloma, se evidencia daño en borde de río. Fuente: David Hinostroza Gayi – fecha: 09.03.2022

	6.Vista 1 del abovedamiento, que muestra el ingreso del drenaje desde sector Alto La Paloma al estero La Paloma. Fuente: Ambyter, fecha: 18.03.2022
	7.Vista 2 del abovedamiento, que muestra el ingreso del drenaje desde sector Alto La Paloma al estero La Paloma. Fuente: Ambyter, fecha: 18.03.2022

	8.Vista del ingreso de drenaje del sector del “Condominio urbanizado” (anexo 8 de la DIA) al abovedamiento desde valle volcanes. Fuente: Ambyter, fecha: 18.03.2022
	9.Vista de obras de drenaje al costado del abovedamiento correspondiente al “Condominio urbanizado” (Anexo 8 de la DIA) desde valle volcanes. Fuente: Ambyter, fecha: 18.03.2022
	10.Vista de obras de drenaje al costado del abovedamiento desde el “Condominio urbanizado” (Anexo 8 de la DIA) desde valle volcanes. Fuente: Ambyter, fecha: 18.03.2022

En la siguiente tabla se presentan fotografías del impacto que tienen las aguas lluvias en la obra de abovedamiento y la posible amenaza de anegamiento o inundación en calle Choshuenco de Valle Volcanes.

Tabla 4: evidencias uso de abovedamiento del Estero La Paloma con señales de acumulación de aguas lluvia.

	Vista de abovedamiento con acumulación de agua lluvia, en calle Choshuenco, registro tomado a las 19:00 hrs, luego de precipitaciones intermitentes durante todo el día. Fuente: Ambyter, fecha: 21.03.2022
	Vista de abovedamiento con acumulación de agua lluvia, en sector de atravieso de calle Choshuenco, registro tomado a las 19:00 hrs, luego de precipitaciones intermitentes durante todo el día. Fuente: Ambyter, fecha: 21.03.2022

	Vista de sumidero de aguas lluvia paralelo y detrás del "Condominio urbanizado", en sector de Valle Volcanes. Fuente: Ambyter, fecha: 21.03.2022
	Vista de alcantarilla que desagua aguas lluvia desde valle volcanes por terreno del "Condominio urbanizado" en calle Choshuenco. Fuente: Ambyter, fecha: 21.03.2022

Para mayor claridad de las imágenes señaladas en tabla 4, se puede remitir a videos en los siguientes enlaces:

https://youtu.be/Sikk9pi2IiM

https://youtu.be/_dMCd-u19dg

https://youtu.be/-ixIxsVu7Nc

En tabla 3, además de los efectos aguas arriba del estero La Paloma, se evidencia el ingreso a la obra de aguas de drenaje no considerados en el proceso de evaluación ambiental desde sector Alto La Paloma, y no sólo del "Condominio urbanizado", mencionado en anexo 8 de la DIA.

En ninguna parte de la descripción del proyecto o el expediente se declara que la modificación del cauce incluya adicionar volumen de aguas lluvias o drenaje de algún otra obra o proyecto, sin

Folio007043

embargo, vemos en tabla 4 que se incorporan aguas lluvias desde sumidero ubicado en Valle Volcanes, fuera del área del denominado Condominio Urbanizado.

En resumen, no se evaluaron los efectos negativos sobre los recursos naturales presentes en Alto La Paloma, ni se declara la dimensión y características de los "proyectos inmobiliarios" que justifica la obra de abovedamiento, situación de descripción de proyecto no advertida por los organismos de administración del estado con competencia ambiental que evaluaron el proyecto, especialmente el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Municipalidad de Puerto Montt y Servicio de Evaluación Ambiental Los Lagos.

4.1.1.6 Efectos ambientales no considerados en evaluación ambiental y que justifican la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental.

La obligatoriedad de evaluación ambiental de un proyecto como Estudio de impacto Ambiental, se estipula en art. 11 de la Ley 19.300/1994 LGBMA Ministerio Secretaría General de la Presidencia. El presente análisis se centra en literales b) y d) del presente artículo.

Literal b): *Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire;*

Literal d): *Localización en o próxima a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos, glaciares y áreas con valor para la observación astronómica con fines de investigación científica, susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar*.

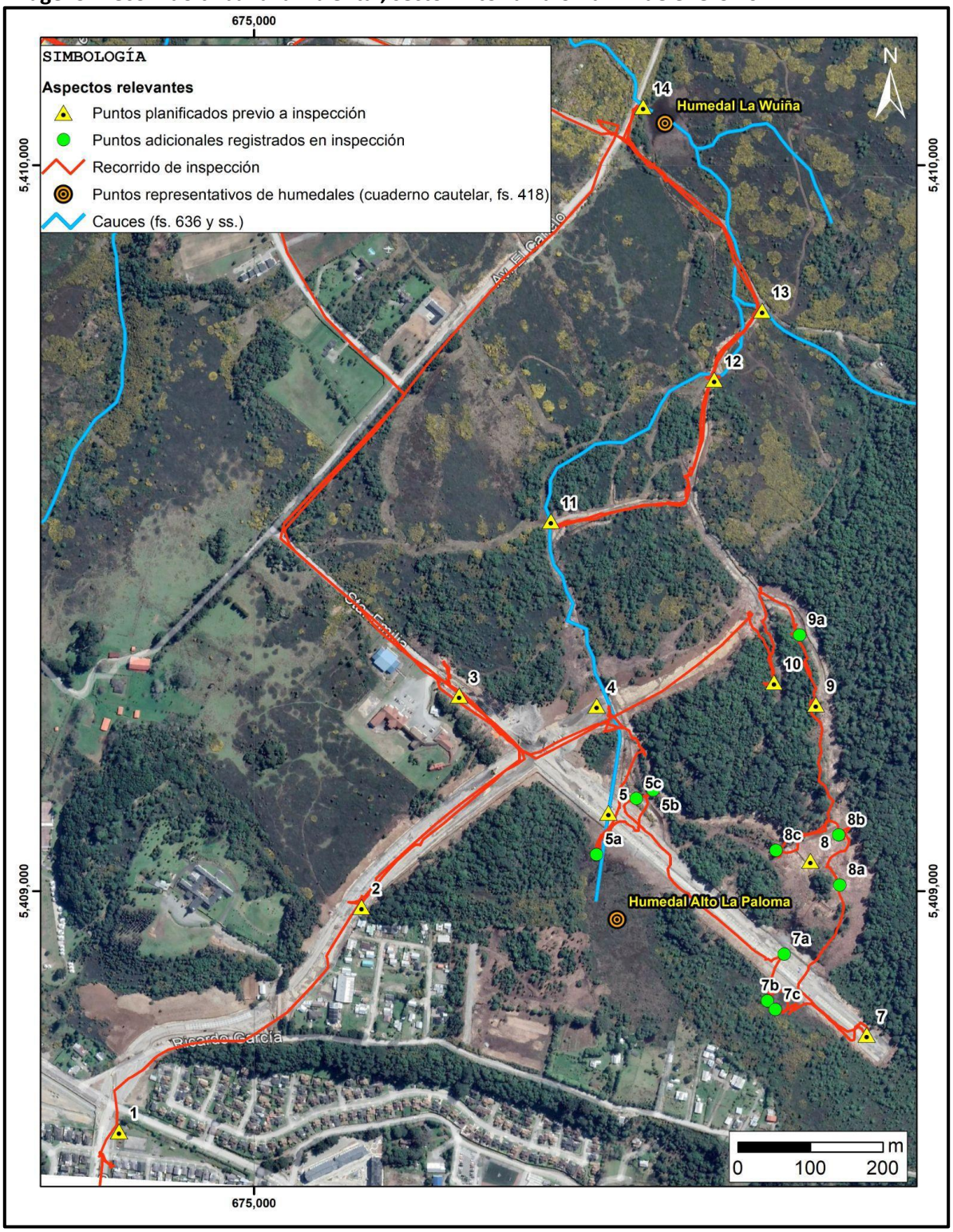
Asimismo, la evaluación de los efectos sobre los recursos naturales renovables debe considerar la capacidad de dilución, dispersión, autodepuración, asimilación y regeneración de dichos recursos en el área de influencia del Proyecto o actividad, así como los efectos que genere la combinación y/o interacción conocida de los contaminantes del Proyecto o actividad, según lo dispuesto en el reglamento del SEIA DS.40/2012 Ministerio del Medio Ambiente.

En caso que el Proyecto o actividad genere o presente efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire, que den origen a la necesidad de presentar un Estudio de Impacto Ambiental, se remite a lo señalado en artículo 7º, literales a), b), c), d), e), g.3) y g.4), del reglamento del SEIA DS.40/2012 Ministerio del Medio Ambiente.

A continuación, se presenta evidencia fotográfica de la intervención en Alto La Paloma y sus efectos sobre diferentes recursos naturales presentes en el área de intervención de proyecto inmobiliario de inmobiliarias Alto Volcanes SpA y Aconcagua Sur S.A., registro obtenido en visita del tribunal ambiental el día 12 de enero de 2022, cuya ruta realizada se muestra en imagen 9.

Folio007044

Imagen9: Recorrido tribunal ambiental, sector Alto La Paloma. 12 de enero 2022.



Fuente: Acta de inspección personal del tribunal, efectuada el 12 de enero de 2022, causa Rol Nº D 7-2021
Registro del recorrido realizado en inspección (rojo), y los puntos recorridos en terreno, tanto los planificados (triángulos amarillos) como aquellos incorporados durante la inspección (puntos verdes). (Datum WGS84, Huso 18S).

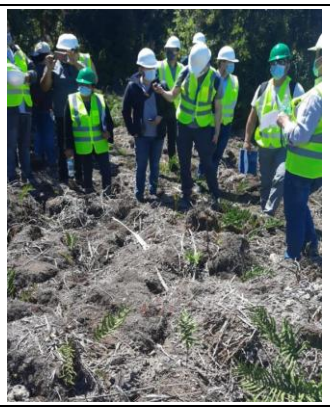
- Recursos naturales renovables: remoción y/o fraccionamiento de bosque nativo, alteración de la fauna nativa.

Humedal La Güiña, Posible sapito 4 ojos, *Pleurodema thaul* (en la fotografía no se evidencian glándulas posteriores)	Sector Ingreso a la obra	Sector humedal La Paloma
Registro fotográfico, Demanda contra Inmobiliaria Alto Volcanes SpA, Fuente: registro visita tribunal ambiental de Valdivia – 12 enero de 2022		

- Recurso suelo, al menos, obras de escarpe y drenaje.

Área de drenaje y escarpe	Área de drenaje	Sumidero de drenaje
Registro fotográfico, Demanda contra Inmobiliaria Alto Volcanes SpA, Fuente: registro visita tribunal ambiental de Valdivia – 12 enero de 2022		

- Recurso aire, la perdida de turberas.

		
Drenaje y destrucción de zona de turberas, área media de la obra.		
Registro fotográfico, Demanda contra Inmobiliaria Alto Volcanes SpA, Fuente: registro visita tribunal ambiental de Valdivia – 12 enero de 2022		

Si bien el ecosistema y tipo de suelo denominado turbera corresponde a un humedal, al daño del sistema hídrico de este sector y pérdida de biodiversidad, se adiciona el daño irreparable en términos de magnitud del rol ecológico de las turberas como sumidero de CO_2, destacado en varias publicaciones científicas (como ejemplo, publicación chilena de la UNAM en revista científica Science http://www.umag.cl/vcm/?p=45022), se ha estimado que los ecosistemas de turberas al menos triplican la captura de dióxido de carbono en comparación con formaciones vegetacionales boscosas, y en consecuencia, en una ciudad como Puerto Montt declarada oficialmente como saturada por material particulado (DS.24/2021 Ministerio de Medio Ambiente, Declara zona saturada por material particulado MP2,5 como concentración de 24 horas, a la comuna de San Pablo, de la Región de los Lagos y a la macrozona centro-norte de la Región de Los Lagos), en consecuencia, es imprescindible preservar ecosistemas como este, tanto como medida a la mejora de calidad del aire, así como también como medida de mitigación ante el cambio climático, ya que, *La destrucción de las turberas no solo daña la vida que habita en ellas, sino también la salud de todo el planeta puesto que, al ser removidas, las miles de toneladas de CO_2 que han sido retenidas en su interior durante siglos son liberadas, por tanto ésta sola acción contribuye al calentamiento global.*

- Recurso agua, grave alteración y destrucción de humedales la Güiña y Alto La Paloma

<table>
<tr>
<td> </td>
<td> </td>
<td> </td>
</tr>
<tr>
<td>Extracción de agua de humedal La Güiña por parte de inmobiliaria para humectación de caminos.</td>
<td colspan="2">Escarpe, drenaje, eliminación de flora nativa en borde de laguna humedal Alto La Paloma, y evidencia de suelo agrietado saturado de agua con presencia de flora hidrófila, característica de humedal.</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="3">Registro fotográfico, Demanda contra Inmobiliaria Alto Volcanes SpA,
Fuente: registro visita tribunal ambiental de Valdivia – 12 enero de 2022</td>
</tr>
</table>

La intervención sobre los humedales la Güiña y La Paloma, cuyo desagüe es altamente predecible se encauza hacia estero La Paloma y obra de abovedamiento, en base a todo lo anteriormente expuesto, se podría configurar además de *fraccionamiento de proyecto*, también la *elusión del Sistema de Evaluación Impacto Ambiental* de presentación de Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

En relación a lo anterior, se tiene conocimiento de la presencia de humedales por parte de Superintendencia de Medio Ambiente Los Lagos que inspeccionó las obras realizadas en sector Alto La Paloma el 28.07.2021 por posible elusión, a raíz de denuncia de GAYI, mientras que el Tribunal Ambiental de Valdivia, previo a la visita del 12 de enero de 2022, éste ordenó "el cese de toda actividad de disposición de tierra, materiales o residuos, construcción de caminos y de relleno, secado o drenaje, que desarrolle la demandada Inmobiliaria Alto Volcanes SpA, en los ***humedales Alto La Paloma (675500.00 m E; 5408961.00 m N) y la Wuiña (675566.00 m E; 5410058.00 m N)***, en la comuna de Puerto Montt" y "la prohibición de tala, corte, poda o destrucción de bosque nativo

existente en ***los humedales referidos*** y predio objeto del proyecto inmobiliario, mientras no se cuente con el correspondiente plan de manejo otorgado por la autoridad competente".

Teniendo en cuenta lo dispuesto en Artículo 11 Ley 19.300 modificada por Ley 20.417/2010, literal d) señala: *"Localización en o próxima a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos, glaciares y áreas con valor para la observación astronómica con fines de investigación científica, susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar"*.

Este argumento ya ha sido esgrimido en fallos judiciales de proyectos inmobiliarios en la ciudad de Puerto Montt: Sentencia del 2021 de la Corte Suprema (causa rol 21.970-2021), proyecto inmobiliario emplazado en humedal urbano Artesano de Alerce y la sentencia del año 2018, también de la Corte Suprema (causa Rol Nº 118- 2018), proyecto inmobiliario emplazado en humedal urbano Llantén.

Cabe destacar que tanto en los casos de humedal Artesanos de Alerce y Llantén, al momento de ambas sentencias, ninguno de los dos humedales se encontraba reconocido oficialmente como Humedal Urbano, ya que se reconoce el valor intrínseco per se de estos ecosistemas.

En este sentido, no sólo los organismos públicos que hayan otorgado autorizaciones sectoriales para la calificación favorable y ejecución del proyecto "Modificación de cauce Alto La Paloma", como el Servicio de Vivienda y Urbanismo o la Dirección de Obras Municipales de la I. Municipalidad de Puerto Montt o el Servicio de Evaluación Ambiental Los Lagos, han omitido la figura de fraccionamiento de proyecto, al no analizar atentamente la descripción del mismo, también lo hace la Superintendencia de Medio Ambiente, que omite la jurisprudencia relativa a la intervención de humedales, al no ordenar la paralización total de obras y que el Titular someta como Estudio de Impacto Ambiental el proyecto que ha intervenido humedales, desaguando estos ecosistemas hacia el Estero La Paloma, contraviniendo lo dispuesto por la Corte Suprema ya en dos oportunidades en proyectos inmobiliarios que afectan humedales en la comuna de Puerto Montt. El tribunal ambiental de Valdivia tiene el proceso abierto aún sin resolución, por tanto, eventualmente podría resolver la paralización del proyecto y el sometimiento de este a evaluación ambiental como EIA.

Por último, cabe destacar en el fallo del humedal Llantén determinó también que, tanto la Dirección de Obras de la Municipalidad (D.O.M.) de Puerto Montt como el SERVIU de la Región de Los Lagos, actuaron arbitrariamente al autorizar de manera descoordinada edificaciones en la zona, fuera de las normas vigentes y de políticas públicas y sin cumplir con los requisitos legales.

4.1.1.7 Análisis, fraccionamiento y/o elusión de proyecto: se establece en Ley 20.417/2010, Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia de Medio Ambiente. Ministerio Secretaría General de Gobierno.

El fraccionamiento de proyecto se define "Artículo 11 bis.- Los proponentes no podrán, a sabiendas, fraccionar sus proyectos o actividades con el objeto de variar el instrumento de evaluación o de eludir el ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Será competencia de la Superintendencia del Medio Ambiente determinar la infracción a esta obligación y requerir al

proponente, previo informe del Servicio de Evaluación Ambiental, para ingresar adecuadamente al sistema.

No se aplicará lo señalado en el inciso anterior cuando el proponente acredite que el proyecto o actividad corresponde a uno cuya ejecución se realizará por etapas.

Como se ha mencionado antes, el proyecto "Modificación de cauce Alto La Paloma", ingresa a evaluación ambiental de manera obligatoria, según lo estipulado en literal a) de la Ley 19.300 LGBMA, y el titular parece asumir que no debe describir el proyecto inmobiliario que justifica el encauzamiento y abovedamiento del estero La Paloma, dado que no estaba vigente el decreto de zona saturada para material particulado para la ciudad de Puerto Montt, por tanto, los proyectos inmobiliarios en radio urbano no tenían obligación de ingresar al SEIA, aunque sí debió al menos, describir el proyecto COMPLETO DE DRENAJE, puesto que la obra de abovedamiento aprobada considera sólo el abovedamiento y encauzamiento del estero, más el aporte de aguas lluvias de 1,1 hectáreas ("Condominio urbanizado"), **NO así el aporte de aguas de drenaje**, aguas lluvias y desagüe de humedales ubicados al oriente del condominio y en Alto La Paloma, esto queda de manifiesto en Estudio de Red Hídrica que se acompaña al presente informe, y que da cuenta de las diferentes aportes al cauce y obras de drenaje que desembocan al Estero La Paloma, además de las evidencias de la visita del Tribunal Ambiental el día 12 de enero de 2022. ***Dado que el Titular declara expresamente que el proyecto no se ejecuta por etapas, se puede interpretar que se configura el fraccionamiento y elusión de proyecto***.

A mayor ahondamiento, respecto del representante legal y titular de la DIA, éste corresponde a Mario Andrés García Barrientos y Aconcagua Sur S.A., y en escritura de la sociedad que se acompaña al expediente se encuentra como uno de los directores de Aconcagua el Sr. Augusto Coello Lizana. Se otorga permiso de urbanización por parte de la DOM de Puerto Montt a Rentas y Desarrollo Aconcagua S.A. para construir la calle desde volcán Choshuenco hasta Avda. el Bosque, donde Sr. Augusto Coello es representante legal de esta empresa, adicionalmente estas obras están asociadas a pavimentación, evaluación de aguas lluvias y alumbrado público y descargas de aguas al cauce la Paloma aprobadas a empresa Alto Volcanes SpA, cuyo representante Legal también es el Sr. Augusto Coello Lizana, que a su vez esta pertenece a la Inmobiliaria Aconcagua, según consta en Acta de fiscalización por elusión al SEIA de construcción de proyecto colindante al Condominio.

Lo cual, podría implicar que corresponden a un mismo dueño ambos proyectos: "Aconcagua Sur S.A.", aunque cambie el representante legal entre uno u otro proyecto, ya que ambas personas pertenecen al Directorio.

La pertinencia de conocer en detalle el proyecto inmobiliario en construcción actualmente en Alto La Paloma, radica en que no es posible determinar con los antecedentes recabados el cambio de la dinámica hidráulica del sector, el cual ya ha tenido consecuencias directas de anegamiento en accesos al Condominio. Se acompaña anexo de fotografías de las obras de abovedamiento, drenaje y episodios de anegamiento. Igualmente, existe la posibilidad de amenaza de inundación desde el sector Alto La Paloma, de hecho, se acompaña registro fotográfico de crecidas en escurrimientos naturales en ladera que separa al Condominio de Alto La Paloma.

Otro antecedente que sustenta el fraccionamiento de proyecto, además de que la obra es requerida para desarrollo inmobiliario, son las dimensiones de la misma, señaladas en anexo 7 de la DIA

sección 7.3: *Para el atravieso de calle Marcelo Fourcade, se proyecta la construcción de un cajón de hormigón armado de ancho 2,00m, altura 1,50m, longitud de 34m y pendiente de 0.487%. Este cajón es capaz de portear 11,46m^3 /s lo cual es ampliamente superior al caudal con proyecto para un periodo de retorno de 100 años que es de 4,35m^3 /s.* ***Es decir, la obra se diseñó para una capacidad casi tres veces el caudal de retorno de 100 años del Estero La Paloma***.

La obra es sobre dimensionada sin justificación técnica, ambiental o a solicitud de algún Organismo de Administración del Estado con Competencia Ambiental, y por lo mismo, no se describen aportes de aguas lluvia, drenajes u otras obras aguas arriba del abovedamiento.

En relación a lo anterior, se genera otra interrogante ante un hecho registrado en el Acta de Fiscalización de la SMA de fecha 28.07.2001: "se constata que a orilla de este camino por el lado Oeste, se encuentra un humedal, el cual ha sido intervenido por la construcción de este camino. Se constata la existencia de una tubería que atraviesa por debajo del camino lo cual permite desaguar el agua del humedal, desde el lado este al oeste. Dicho atravieso, según lo indicado por el Sr. Soto, tendría resolución de autorización de la Dirección General de Aguas."

La consulta principal y no abordada por el proceso de fiscalización de la SMA es ¿Cuál es el destino del drenaje del humedal y la tubería?, esto toma relevancia al revisar la justificación de la localización de la obra de abovedamiento: La empresa ha considerado el predio ubicado en el sector La Paloma como emplazamiento idóneo para la implementación de un proyecto inmobiliario, según declara en la DIA y anexo 8, pero no se señala aportes de aguas desde Alto La Paloma, lo cual se evidencia en fotografía número 6 de Tabla 3: evidencias uso de abovedamiento del Estero La Paloma para drenaje de sector Alto La Paloma, del presente informe.

4.1.1.8 Consulta indígena: en informe de medio humano de la DIA no se informan agrupaciones o personas de origen indígena.

El Titular declara en la DIA que no afectará grupos humanos de origen indígena. A solicitud de ampliación de información en Adenda 1, se menciona Agrupación indígena en sector Alto La Paloma y en anexo 4 de la Adenda denominado "Estudio Medio Humano", en tabla 3, se indica como sigue: *Luego de numerosas e insistentes conversaciones, no quiere ser entrevistada ni disponer información sobre la organización; desde el nombre de la organización ni el nombre completo de su dirigente. Y según indicaciones de vecinos del sector de la JJ.VV. Alto La Paloma que participaron en la agrupación indígena, señalan que hace 2 años que no realizan actividades vinculadas a prácticas ceremoniales mapuche.*

En respuesta IV. 1. Iii) de Adenda, el titular declara lo siguiente:

En relación al trabajo etnográfico, lo observado en terreno y lo conversado con los sujetos relacionados a la localización del proyecto, no se encontraron zonas, espacios, y lugares de o en conflicto con comunidades indígenas. Debemos considerar que la única agrupación indígena, que trabaja en el sector está conformada formalmente y no presenta antecedentes de actividades relevantes para el fortalecimiento sociocultural pertinente a los usos, prácticas, costumbres o ceremonias de carácter indígena, encontrándose sin vigencia al momento de recolectar datos e información, elemento importante para la vinculación de cualquier intervención en el sector. Lleva

Folio007050

cerca de dos años, en ello considerando lo dispuesto en el Convenio N°169 de la OIT, Artículo 6, N°1 letra a) y N°2, en relación a las disposiciones de la Ley N°19.300, artículo N°4. En relación al trabajo etnográfico, lo observado en terreno y lo conversado con los sujetos relacionados a la localización del proyecto, no se encontraron zonas, espacios, lugares de o en conflicto con agrupaciones funcionales o territoriales.

A pesar de haber indicado una agrupación indígena en el área de influencia del proyecto, el Servicio de Evaluación Ambiental no realiza consulta indígena.

4.1.1.9 Análisis RCA proyecto Modificación de cauce Alto La Paloma

Considerando 4, establece que el proyecto no se desarrolla por etapas. Sin embargo, se adicionan aguas desde Alto La Paloma que hacen un proyecto de drenaje de mayor magnitud sí se desarrolla por etapas según el avance inmobiliario.

Considerando 4.4.2, establece que el inicio de la etapa de operación del proyecto es marzo de 2019. A la fecha marzo de 2022, aún la obra no se encuentra operativa.

En Considerando 5.4, se describe *localización en o próxima a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos y glaciares, susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar*, sin embargo, se describen sólo los antecedentes de la población – medio humano – cabe destacar, que nuevamente se indica presencia de agrupación indígena. No se describen humedales presentes en el área de influencia, como La Güiña, Alto La Paloma, Valle Volcanes, Los Juncos, Los Puyes y Bahía Mansa.

En Considerando 8 de la RCA, se establecen las condiciones o exigencias concordancia con el artículo 25 de la Ley N° 19.300, los cuales son:

La titular incorpora las siguientes medidas tendientes a evitar la afectación de la calidad de las aguas del estero La Paloma:

a) Ejecutar las obras de construcción en época estival (diciembre y enero o enero y febrero), dado que, en esa estación, el cauce del estero no presenta escurrimiento de agua, medida que permitirá evitar la incorporación de material terrígeno al cauce del estero por el escurrimiento. Esto no se ha cumplido, ya que la entrega de la obra tiene 24 meses de retraso.

b) Instalar un cierre en todo el perímetro del trazado del estero a 5 metros del borde, de tal modo de proteger el cauce del estero de material terrígeno que pudiera rodar hacia su interior. No se tiene registro fotográfico que acredite el cumplimiento de esta medida.

c) La construcción de un pozo absorbente de 1,5 metros de diámetro, de forma cónica de 3 metros de profundidad, relleno de gravilla y ripio limpio con bolones de 0,1 y 0,2 metros de diámetro, con paredes impermeabilizadas con geotextil. No se tiene registro fotográfico que acredite el cumplimiento de esta medida.

Respecto del seguimiento de la calidad del agua durante la fase de construcción, la titular declara que trabajará en cauce seco, para lo cual deberá tomar fotografías del cauce al momento de la construcción que acrediten la medida. Por otra parte, en la DIA expuso que, en caso de existencia

Folio007051

de caudal, se tomarán muestras fisicoquímicas aguas arriba y aguas abajo de la construcción de las obras. Estas deben contener a lo menos los parámetros pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y turbidez. El muestreo deberá realizarse a no más de 20 metros de la construcción de las obras y los resultados deben ser comparados entre sí a fin de verificar la efectividad de las medidas propuestas por la titular. El indicador de cumplimiento estará dado por el máximo valor registrado para cada parámetro aguas arriba de la intervención.

Finalmente, respecto de las aguas que tomen contacto con el material de construcción, la titular instalará una zanja de drenaje para la contención de las aguas a fin de evitar que estas lleguen al cauce del estero La Paloma. No se tiene registro de esta zanja de drenaje.

Por todo lo anteriormente expuesto, de haberse evaluado el proyecto "Modificación de cauce Alto La Paloma" como Estudio de Impacto Ambiental, en consideración a la magnitud de las obras de drenaje que recibirá el estero La Paloma en este punto, la comunidad del Condominio, habría podido ejercer su derecho a información y participación ciudadana, conociendo de antemano los efectos directos en su comunidad: ruidos molestos, polvo en suspensión, movimiento de maquinaria pesada (vibraciones), cercanía de faenas, duración de las etapas de construcción, efectos negativos sobre los humedales y el entorno natural que posee actualmente el Condominio, consecuencias en el tráfico una vez entregados los proyectos inmobiliarios del "condominio urbanizado" y de Alto La Paloma, el efecto de las sanitaria que se requiere para los proyectos inmobiliarios en ejecución entre otros aspectos.

4.2 Análisis Pertinencia Ambiental Proyecto Vista Cordillera Etapas I y II.

Este proyecto, del Titular Inmobiliaria Pocuro Sur SpA, en adelante Titular, y consulta la pertinencia de ingreso al SEIA en virtud del instructivo de la Dirección ejecutiva del Servicio de Evaluación Ambiental, Ord.131456/2013, imparte instrucciones sobre las consultas de pertinencias de ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Haciendo alusión específicamente a los requerimientos señalados en apartado 3.B.1, a saber: **Antecedentes del proyecto o actividad nuevo.**

Si consulta sobre un proyecto nuevo, no se comprende que éste se encuentre actualmente en ejecución, según el mismo titular declara desde la introducción del documento de pertinencia, según se puede observar en el siguiente extracto:

Imagen 10: Extracto Pertinencia proyecto "Vista Cordillera etapas I y II"

Consulta de Pertinencia de Ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
Proyecto "Vista Cordillera, Etapas I y II"

En resumen, las Etapas I y II del proyecto 'Vista Cordillera' suman un total de 14.973,91 m^2 edificados, contemplando una superficie total intervenida de **40.133,39 m^2** (4,01 ha.), emplazadas en el Sector Valle Volcanes de la comuna de Puerto Montt, Región de Los Lagos.

Desde ya se hace presente que las Etapas I y II del proyecto Vista Cordillera ya han comenzado su ejecución, habiendo iniciado VCI con fecha 5 de abril de 2021 y VCII con fecha 5 de mayo de 2021, lo cual se acredita con las cartas de aviso enviadas a la I. Municipalidad de Puerto Montt, acompañadas en el **Anexo N° 9** de esta presentación.

Los predios en donde se emplazará el 'Proyecto Vista Cordillera, Etapas I y II' son de propiedad de la sociedad **Inmobiliaria Pocuro Sur SpA** (en adelante, *'Titular'*), siendo ella quien se encargará de desarrollar el Proyecto en cuestión, como titular del mismo. Lo mismo se mantiene no obstante contemplarse obras en predios que actualmente pertenecen a terceros, haciéndose cargo la Titular de las obras que son descritas en la presente consulta.

Fuente: Carta de Pertinencia, expediente electrónico
file:///C:/Users/HP/Downloads/Consulta%20de%20Pertinencia%20Proyecto%20_Vista%20Cordillera%20Etapas%20I%20y%20II_%20(1).pdf

Las obras dan inicio, según consta en información proporcionada por el Titular el 5 de mayo de 2021, y entre los antecedentes que acompaña a la consulta de pertinencia, con el propósito de acreditar que no requiere ingreso obligatorio al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEA), se tiene:

- Anexo 4: Factibilidad Sanitaria N° 03 de 2020, Aguas Santiago Norte, Lote 3-d, 16-01-2020.
- Anexo 5: Ord. 1522 25-08-2021 Aprobación Serviu VC-II.
- Anexo 6: Permiso de Edificación Obra Nueva N° 815, 15-12-2020, DOM Pto. Montt (V.C.I)
- Anexo 7: Permiso de Edificación Obra Nueva N° 00060, DOM Pto. Montt, 09-02-2020 (V.C.II).
- Anexo 8: Informe MP Pocuro-Análisis humedal Valle Volcanes Puerto Montt.

4.2.1 Análisis de normativa aplicable.

Respecto de todas estas autorizaciones antes indicadas, están fechadas a partir del año 2020, iniciando por la factibilidad Sanitaria otorgada el 16 de enero de 2021. Al año 2020, se tiene como normativa ambiental aplicable a este proyecto:

4.2.1.1 Ley 19.300, sobre bases generales del medio ambiente, Ministerio Secretaría General de la Presidencia, año 1994. Modificada por Ley 24.417 Crea el ministerio, el servicio de evaluación ambiental y la superintendencia del medio ambiente de fecha 26 de enero de 2010.

A. Artículo 8, se refiere al carácter preventivo del sistema de evaluación de impacto ambiental, y establece que:

Artículo 8°.- Los proyectos o actividades señalados en el artículo 10 sólo podrán ejecutarse o modificarse previa evaluación de su impacto ambiental, de acuerdo a lo establecido en la presente ley.

Todos los permisos o pronunciamientos de carácter ambiental, que de acuerdo con la legislación vigente deban o puedan emitir los organismos del Estado, respecto de proyectos o actividades sometidos al sistema de evaluación, serán otorgados a través de dicho sistema, de acuerdo a las normas de este párrafo y su reglamento.

Esto quiere decir, que los proyectos nuevos, deben someterse a evaluación ambiental previo a la etapa de construcción, lo cual no sucede en este caso.

B. Literal d) del Art.11 de la Ley 19.300/1994.

d) Localización en o próxima a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos, glaciares y áreas con valor para la observación astronómica con fines de investigación científica, susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar;

Cabe destacar respecto de este último literal, que como humedal protegido – en base a los fallos de la Corte Suprema en ciudad de Puerto Montt, sobre los humedales Llantén y Antiñir – ambos, fueron sentenciados a evaluarse como Estudio de Impacto Ambiental, en base a la calidad de humedal otorgada por el tratado internacional RAMSAR.

C. Art.36 de la Ley 19.300/1994:

Artículo 36.- Formarán parte de las áreas protegidas mencionadas en los artículos anteriores, las porciones de mar, terrenos de playa, playas de mar, lagos, lagunas, glaciares, embalses, cursos de agua, pantanos y otros humedales, situados dentro de su perímetro.

Sobre estas áreas protegidas mantendrán sus facultades los demás organismos públicos, en lo que les corresponda.

D. Art.25 bis, establece respecto de las Municipalidades:

Las Direcciones de Obras Municipales no podrán otorgar la recepción definitiva, si los proyectos o actividades a los que se refiere el artículo 10, no acreditan haber obtenido Resolución de Calificación Ambiental Favorable.

E. Otro literal vigente a la fecha de obtención de las autorizaciones corresponde a la incorporación del literal s) del art.10 de la Ley 19.300/1994, vigente a contar del 23 de enero de 2020:

s) Ejecución de obras o actividades que puedan significar una alteración física o química a los componentes bióticos, a sus interacciones o a los flujos ecosistémicos de humedales que se encuentran total o parcialmente dentro del límite urbano, y que impliquen su relleno, drenaje, secado, extracción de caudales o de áridos, la alteración de la barra terminal, de la vegetación azonal hídrica y ripariana, la extracción de la cubierta vegetal de turberas o el deterioro, menoscabo,

Folio007054

transformación o invasión de la flora y la fauna contenida dentro del humedal, indistintamente de su superficie.

4.2.1.2 DS.24/ Ministerio de Medio Ambiente, vigente desde el 29 de enero de 2021, Declara zona saturada por concentración diaria de material particulado MP2,5.

Mediante Ord. 1522 25-08-2021 Serviu VC-II, para obras de urbanización el Servicio de Vivienda y Urbanismo aprueba dichas obras aún cuando los proyectos inmobiliarios requieren evaluación ambiental obligatoria previo a su construcción. Según lo dispuesto en el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental D.S.40/2012, Ministerio de Medio Ambiente:

h) Proyectos industriales o inmobiliarios que se ejecuten en zonas declaradas latentes o saturadas.

h.1. Se entenderá por proyectos inmobiliarios, aquellos loteos o conjuntos de viviendas que contemplen obras de edificación y/o urbanización, así como los proyectos destinados a equipamiento, y que presenten alguna de las siguientes características:

h.1.1. Que se emplacen en áreas de extensión urbana o en área rural, de acuerdo al instrumento de planificación correspondiente y requieran de sistemas propios de producción y distribución de agua potable y/o de recolección, tratamiento y disposición de aguas servidas;

Al respecto, se puede indicar que el proyecto cumple con ambas condiciones para ingreso obligatorio al SEIA. Ya que, en caso de que la sanitaria Aguas Santiago Norte aún no está en operación ni evaluación ambiental, eventualmente podría rechazarse su construcción, ante lo cual, la inmobiliaria deberá contar con sistema propio sanitario.

4.2.1.3 Ley 21.202 Modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos, del Ministerio de Medio Ambiente, vigente desde el 23 de enero de 2020.

El titular presenta en anexo 8, informe de Análisis técnico de las características del humedal valle volcanes y de la eventual aplicación de la ley 21.202 sobre humedales urbanos al proyecto vista cordillera, con lo cual reconoce la presencia de humedales en el área de emplazamiento del proyecto, aunque concluye:

a) El proyecto Vista Cordillera se encuentra íntegramente fuera del humedal y no limita con este.
b) Tampoco interviene en la conectividad ecológica e hidrológica del humedal, ni lo fragmenta. En particular, el proyecto se ubica a aproximadamente 370 metros al norponiente de la delimitación del humedal Valle Volcanes realizada por el MMA.
c) El proyecto se ubica aguas abajo del humedal, fuera de la cuenca aportante y no interviene con la red de drenaje del humedal, la cual pasa por un canal al norte del proyecto y no es afectado por el proyecto. El proyecto, por lo tanto, es totalmente independiente del sistema hidrológico del humedal.

Todas las conclusiones anteriores se encuentran erradas, en base a presentación de información falsa, ya que se encuentra inserto en el Humedal Valle Volcanes, declarado por oficio mediante resolución exenta del Ministerio de Medio Ambiente Núm. 1.408, con fecha 27 de enero de 2022. Cabe destacar, que el proceso de declaratoria se inicia mediante resolución exenta del Ministerio de Medio Ambiente Núm. 62, con fecha 02 de febrero de 2021, cuyo expediente electrónico se

encuentra en la página web del Ministerio de Medio Ambiente en los procesos de oficio, de libre consulta: https://humedaleschile.mma.gob.cl/procesos-de-oficio/, y en consecuencia, no se comprende el análisis de georreferenciación realizado.

Cabe destacar, que el informe técnico se encuentra fechado en marzo de 2021, y en febrero ya se daba inicio al proceso de declaratoria del Humedal Valle Volcanes y de hecho el informe hace referencia al expediente. Ahora bien, el Titular alude a cambio de criterio por parte del Ministerio de Medio Ambiente al declarar el Humedal urbano Valle Volcanes.

Imagen 11: Extracto Pertinencia proyecto "Vista Cordillera etapas I y II"

> Decimos que aquel pronunciamiento tomó con total sorpresa a la Titular puesto que, no sólo se aumentó la superficie del humedal de 26,8 a 189,3 hectáreas, **agregando una superficie de 162,5 hectáreas respecto de las cuales la ciudadanía no tuvo conocimiento, ni oportunidad de pronunciarse, ni de aportar antecedente alguno respecto del humedal urbano que se pretendía declarar**, sino que además se incluyeron terrenos de propiedad de Inmobiliaria Pocuro Sur SpA; y, todavía más, se incluyó dentro del "humedal" una superficie que ya tenía casi 9 meses de desarrollo, habiendo pavimentación y obra gruesa ya erigida. En efecto, en la siguiente imagen se observa como quedaron comprendidos los predios de la Titular dentro de la declaratoria:

Fuente: pág. 37 Carta de Pertinencia.

En respuesta al argumento del Titular indicado en la pertinencia, se puede indicar que la Ley 21.202/2020, Modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos, Ministerio de Medio Ambiente, denominada también Ley de Humedales según lo dispuesto en Art. 3, la inmobiliaria puede reclamar sobre la decisión del Ministerio de Medio Ambiente:

En contra del pronunciamiento del Ministerio del Medio Ambiente que resuelva la solicitud de reconocimiento de la calidad de humedal urbano podrá reclamarse, dentro del plazo de treinta días, ante el Tribunal Ambiental competente, que es aquel que ejerce jurisdicción en el territorio en donde se encuentra el humedal. En caso que un humedal esté situado en más de un territorio jurisdiccional, conocerá del asunto el tribunal que en primer lugar se avoque a su consideración.

El hecho de que tuviese 9 meses de adelanto de las obras de construcción, NO implica que estuviese actuando en cumplimiento a la Normativa Vigente. Respecto del primer polígono presentado en la declaratoria se encuentra en el ÁREA APORTANTE del Humedal y, en consecuencia, en el área de influencia, además, en el mismo art.3 de la presente Ley se indica que:

Desde la presentación de la petición de reconocimiento de la calidad de humedal urbano y hasta el pronunciamiento del Ministerio del Medio Ambiente, la municipalidad respectiva podrá postergar la entrega de permisos de subdivisión, loteo o urbanización predial y de construcciones en los terrenos en que se encuentren emplazados, dicha postergación se realizará utilizando, en lo que corresponda, el procedimiento establecido en el artículo 117 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones.

Si el proyecto contaba con el permiso por parte de la Dirección de Obras Municipales para inicio de las obras desde el año 2020, según los antecedentes aportados por el Titular: Permiso de Edificación Obra Nueva N° 815, 15-12-2020, DOM Pto. Montt (V.C.I), y Permiso de Edificación Obra Nueva N°

00060, DOM Pto. Montt, 09-02-2020 (V.C.II), en consecuencia, el Titular apela al Art. 52 de la Ley 19.880 Establece Bases de procedimientos administrativos que rigen los actos de los órganos de la Administración del Estado, aún cuando él mismo no ha ejercido su derecho a iniciar las obras en el año 2020, retrasando su ejecución al año 2021, acusando desconocimiento y arbitrariedad por parte del Ministerio de Medio Ambiente.

Imagen 12: Comparación entre humedal declarado y humedal propuesto respecto del emplazamiento del proyecto.

Fuente: antecedentes de Carta de Pertinencia

Como se observa en imagen 12, y lo ratifica el Titular en Carta de Pertinencia, el proyecto inmobiliario se encuentra totalmente inserto en Humedal Valle Volcanes, y en el caso de analizar únicamente el polígono del inicio del proceso, la distancia lineal es de 370 metros, pero rodeado de especies de flora nativa, a excepción de las zonas intervenidas por proyectos inmobiliarios, incluidos los condominios objeto de la pertinencia.

Siguiendo con las conclusiones del estudio, este indica que:

Por otro lado, el análisis elaborado al proyecto Vista Cordillera, en relación a lo establecido por el reglamento de la Ley 21.202 en cuanto a los criterios para delimitar y para asegurar la sustentabilidad del humedal Valle Volcanes, fue posible obtener las siguientes conclusiones:

a) Considerando los criterios del Reglamento, el proyecto Vista Cordillera se encuentra íntegramente fuera del humedal Valle Volcanes y fuera de la cuenca aportante. Tampoco afecta a su red natural de drenaje.
b) El proyecto no afectará las características ecológicas ni la conectividad biológica del humedal.
c) El proyecto no afectará la conectividad hidrológica del humedal ni el manejo integrado del recurso.
d) El proyecto da cabal cumplimiento a los criterios de uso racional, siguiendo un enfoque sustentable, sin afectar la condición de infraestructura ecológica del humedal. Por último, el análisis elaborado al proyecto Vista Cordillera, en base a fundamentos técnicos y normativos sobre su interacción con el humedal Valle Volcanes, permite concluir que este

proyecto no afectará las características ecológicas, hidrológicas ni el uso racional del humedal, manteniendo un uso sustentable del territorio y su entorno.

El análisis y respectivas conclusiones sobre si el proyecto inmobiliario se encuentra cercano a un humedal y posible afectación del mismo, se basa en la presencia de agua afectación al régimen hídrico de un humedal. Aun asumiendo distancia de 370 metros del límite establecido para un humedal, y que la zona de emplazamiento del proyecto no es aportante – tomando en cuenta el polígono original propuesto – se asume éste único análisis, ya que las zonas intervenidas con escarpe y drenajes, evidentemente no presentan flora nativas ni espejos de agua atribuibles a un humedal, y además no se evalúa el efecto de impermeabilización de suelo producto de la urbanización y pavimentación requerida para el proyecto inmobiliario en un área cercana a un humedal – 370 metros en línea recta – que pudiese provocar en el régimen hídrico de este.

Por otra parte, el criterio para efectos de delimitación de un humedal, en espera de instructivo o guía del Ministerio de Medio Ambiente, puede realizarse conforme a lo dispuesto en Decreto N° 82 de 2010 del Ministerio de Agricultura, se considerará la **presencia y extensión de la vegetación hidrófila**. Tratándose de ambientes que carezcan de vegetación hidrófila se utilizará, para la delimitación, la presencia de otras expresiones de biota acuática.

O también puede utilizarse para efectos de delimitación de un humedal la Convención sobre los Humedales –o Convención de Ramsar– promulgada como Ley de la República mediante el **Decreto Supremo N° 771** del Ministerio de Relaciones Exteriores, en el año 1981. En ella, se establecen 3 criterios de delimitación: 1) presencia de vegetación hidrófita, 2) presencia de suelos hídricos con mal o sin drenaje, y 3) un régimen hidrológico de saturación ya sea permanente o temporal que genera condiciones de inundación periódica. Es importante señalar que cumpliendo uno de estos tres criterios, ya podemos dar cuenta de la existencia de un humedal, independiente de la presencia o no de los otros dos, cualquiera que fuera.

Estos últimos criterios se encuentran además como guía en apartado de preguntas frecuentes del sitio web con información sobre humedales urbanos del Ministerio de Medio Ambiente https://gefhumedales.mma.gob.cl/preguntas-frecuentes-ley-de-humedales-urbanos/. Por tanto, es cuestionable la metodología utilizada para delimitación del humedal por parte del Titular, que no se apega a la normativa vigente.

Si bien la recepción definitiva de las obras no ha sido otorgada por la Dirección de Obras Municipales, no se comprende a la luz de los antecedentes normativos vigentes a la fecha de tramitación de estos permisos, que se entreguen autorizaciones por parte de la Dirección General de Aguas, la Dirección de Obras Municipales y el Serviu, sin considerar la alteración en humedal en trámite de declaratoria, haciendo caso omiso de la normativa ambiental vigente, desde el Convenio RAMSAR a la Ley de Humedales y su reglamento. Junto con las reiteradas denuncias realizadas por Agrupación GAYI en el sector desde el año 2017, que dan cuenta de la afectación sistemática a los humedales de Valle Volcanes y Alto La Paloma. Igualmente, destaca la factibilidad sanitaria otorgada por empresa privada que no ha sido evaluado ambientalmente y que no está operativa en el territorio, haciendo un proyecto interdependiente de otro.

Por último, se esperaría que el Servicio de Evaluación Ambiental Los Lagos, oficie a la Superintendencia por elusión al Sistema de Evaluación Ambiental, al consultar la pertinencia de un

Folio007058

proyecto ya en ejecución, y que además se emplaza en área protegida declarada oficialmente, según se muestra en la siguiente figura, donde el círculo azul marca el emplazamiento del proyecto, el área verde corresponde al humedal y la línea roja al límite urbano.

Lo más llamativo, al analizar los antecedentes de la carta de pertinencia, son las consecuencias del actuar de los Organismos públicos involucrados en una serie de autorizaciones, que no alertan sobre la pertinencia de evaluación ambiental del proyecto.

Dichas consecuencias se expresan en pérdida y daño a un ecosistema altamente necesario de preservación para el planeta, y daño patrimonial al inversionista. Sin mencionar, además, que la inversión en viviendas es necesaria en la ciudad de Puerto Montt y urge que aquellos encargados de la gestión territorial sean más conscientes de estas consecuencias sociales, económicas, ambientales y patrimoniales.

4.3 Análisis del Plan Maestro de Aguas lluvias

En el plan maestro de aguas lluvias – actualmente en modificación – es necesario analizar y determinar si existe aporte a los sumideros de aguas lluvias aguas provenientes de los humedales de los sectores de Valle Volcanes y/o La Paloma, y de qué manera podrían afectar negativamente al Condominio.

El resumen ejecutivo del plan maestro el área de influencia del estudio se indica que comprendió la actual área urbana y el área de expansión al año 2020 de la ciudad de Puerto Montt, cuya ubicación geográfica corresponde aproximadamente a 41º35’ de longitud Sur y 72º55’ de latitud Oeste.

4.3.1 Antecedentes más relevantes para sectores Valle Volcanes y Alto la Paloma de la memoria del plan maestro de aguas lluvias, en su capítulo 2 de Antecedentes Generales.

Específicamente, el área de estudio (referido al PMA) comprendió una superficie aproximada de 45 km^2, que abarca toda la zona actualmente urbanizada de Puerto Montt, así como las áreas de expansión determinadas en el Plan Regulador de la ciudad, proyectada al año 2020.

Además, para efectos del estudio se incluyó como parte de las áreas a estudiar aquellas que aportan escorrentía hacia el área urbana actual y proyectada.

En primer término, el Plan Maestro aguas lluvias no prioriza arreglos de aguas lluvia en Sector Valle volcanes, identificación de problemas de inundación (Figura 3, memoria del Plan Maestro). Además, se identificaron obras de mejora proyectadas para este sector, las cuales debe verificarse en terreno si están realizadas y también autorizadas administrativamente: DGA – DOH – SERVIU – SEA – DOM según corresponda.

a) Proyecto de Aguas Lluvias Loteo Valle Volcanes, Industrias Fourcade.

El estudio de aguas lluvias corresponde a un loteo de la Constructora Antihual, en el sector La Paloma de Puerto Montt, desarrollado por el Ing. Civil R. Eduardo Escala Tampe el año 1998.

El diseño proyectado consiste en un escurrimiento superficial a través de las cunetas de las calles, las que son captadas por sumideros y conducidas a tres colectores de aguas lluvias que nacen en la

Folio007059

calle Cuarta Terraza y que descargan al estero Pichipelluco en la esquina de las calles Regimiento y Maratón. El proyecto se encuentra construido.

El colector N (CSL1N y CSM3N) drena la población Valle Volcanes, con una red de casi 1.800 m de longitud. Al igual que el colector anterior, este colector recolecta las aguas y las descarga hacia el estero Pichipelluco, mediante un colector por calle Volcán Osorno que descarga a dicho cauce aguas arriba del cruce de calle Regimiento.

El área tributaria total considerada es de 0,387 km^2, utilizándose para el cálculo la fórmula racional, al igual que en la casi totalidad de los proyectos analizados.

Para las 20 subcuencas definidas, las pendientes varían entre 0,5 y 10,7%, la longitud del cauce principal entre 70 y 440 m, y el tiempo de concentración entre 4 y 11 minutos. En todas las áreas se usó un coeficiente de rugosidad de 0,02 para el cálculo del tiempo de concentración.

Las intensidades de diseño, para un período de retorno de 10 años, y una hora de duración, fueron determinadas por los autores mediante el método de Bell, utilizando los coeficientes del U.S.B.R., obteniéndose intensidades de diseño de entre 47 y 65 mm/hr, las que se utilizaron para el diseño de los colectores.

Mediante la fórmula racional, y utilizando un coeficiente de escorrentía de 0,50, se obtuvo caudales de diseño entre 20 y 580 lt/seg. El proyecto consideró que el caudal total era igual a la suma de los caudales de cada sub área, con un caudal total de 2.835 lt/seg.

Para el diseño de las cunetas, se consideró un período de retorno de 3 en 7 años, obteniéndose caudales de entre 14 y 404,8 lt/seg.

Los diámetros de diseño obtenidos para los colectores fueron de 600 mm para los colectores II y III, y 800 mm para el colector I, que finalmente recibe los aportes de los colectores II y III y descarga a una cámara decantadora, desde donde las aguas son descargadas al punto indicado mediante dos tubos corrugados de 1.000 mm de diámetro que cruzan bajo la calle Regimiento y descargan directamente al estero Pichipelluco.

La Empresa de Servicios Sanitarios de Los Lagos S.A. cuenta con información de los proyectos de aguas lluvias y aguas servidas en distintas poblaciones de la ciudad de Puerto Montt. En especial, cuenta con más de 90 planos pertenecientes a distintos proyectos realizados para ESSAL S.A., de los cuales se cuenta con un registro ordenado con la numeración y el número de planos de cada proyecto.

En el total de estudios recopilados anteriormente, es posible identificar diversos criterios de diseño. Entre los más importantes es posible rescatar el relacionado a los caudales de diseño para las lluvias. En el Cuadro 2-9 se presenta un resumen de los valores de período de retorno y coeficiente de escorrentía utilizados. Los valores adoptados por este Consultor se presentan la Sección 3.2 del estudio, pudiendo en general señalarse que resultan algo bajos respecto de los valores adoptados en el presente trabajo.

Folio007060

Cuadro 2-9. Parámetros de diseño adoptados en estudios recopilados

Estudio	Período de Retorno Adoptado (años)	Coeficiente de Escorrentía Adoptado	Observaciones
a	100	0,50	modificación de cauce
b		0,20 0,40	pendiente fuerte y zona de arbustos zonas habitadas
c	10	0,40	
d e	10 10	0,34 0,60	colectores
f	100	0,43	
g	10	0,50	toda el área
		0,35	zonas no construidas
h	25	0,35	alcantarilla diam. < 1,5 m
	50	0,35	alcantarilla diam > 1,5 m
	100	0,35	cuenca aportante > 15 km^2
i	2	0,59	sumideros
	5	0,59	colectores
	25	0,59	alcantarillas
j	10	0,50	colectores
	3 en 10	0,50	cunetas
k	5	0,50	escurrimiento en cunetas
	10	0,50	sumideros y colectores
l	5	0,30	drenes primarios y secundarios
	10	0,30	cauces naturales

Fuente: Plan Maestro de Aguas Lluvias

g Estudio Ingeniería Alcantarillado Aguas Lluvias y Pavimentación Sector La Paloma - Puerto Montt
j Proyecto de Aguas Lluvias Loteo Valle Volcanes, Industrias Fourcade.

4.3.2 Obras proyectadas como soluciones a desarrollarse en la zona de estudio, descritas en el capitulo 8 de la memoria técnica del Plan Maestro de Aguas Lluvias.

a) Proyecto 5-A, Valle Los Volcanes (valle volcanes actualmente)

Este proyecto soluciona los problemas del sector norte de la Población Valle Los Volcanes. Se compone en total de 31 tramos de colectores que se ubican en calles existentes y vías estructurantes proyectadas. Las aguas se descargan en un cauce natural situado al norte de la zona de estudio. Entre las principales calles existentes y proyectadas se pueden nombrar: Volcán Osorno, Volcán Michimávida, Cerro Tronador y Volcán Choshuenco.

b) Proyecto 5-B, Volcán Corcovado

Las obras propuestas en este proyecto se componen de cuatro colectores. El primer colector consta de 11 tramos a lo largo de la calle Volcán Corcovado, en dirección sur-norte, desde la intersección con la Avenida Cuarta Terraza hasta la descarga en un cauce natural en el sector de La Paloma Alto. El segundo colector consta de 4 tramos, y se extiende desde el término de la Av. Volcán Puntiagudo hacia el este, empalmando con el colector anterior en el extremo norte de la prolongación de la Avenida Pdte. Ibáñez. El tercer colector está formado por dos tramos que se ubican en la calle Volcán

Calbuco, desde la Av. Volcán Michimávida hasta la Av. Volcán Corcovado. El último colector corresponde a dos tramos por la calle Cerro Tronador, desde la Av. Volcán Michimávida hasta la Av. Volcán Corcovado.

4.3.3 Análisis ambiental – capítulo 9 Memoria del Plan Maestro de Aguas Lluvias.

a) **Análisis de pertinencia de evaluación ambiental de proyectos indicados en el PMA:** De acuerdo a la Ley de Bases del Medio Ambiente, el SEIA se aplica a todas las actividades o proyectos de inversión de carácter público o privado que están señalados en su Art. 10 y su reglamento respectivo. Según la letra a) del mencionado artículo, entre los proyectos y actividades más importantes destacan: acueductos, embalses, tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas; presas, drenajes, desecación, dragado, defensa o alteración de cuerpos o cursos naturales de agua.

El artículo 294 del Código de Aguas menciona, entre otras obras, a los acueductos que conduzcan más de 2 m3/s y los acueductos (en contorno cerrado o abierto) que conduzcan más 0.5 m3/s que se proyecten próximos a zonas urbanas y cuya distancia al extremo más cercano del límite urbano sea inferior a un kilómetro. Todos los proyectos considerados se encuentran, en su punto más cercano, a menos de un kilómetro de la zona urbana. En consecuencia, la definición de si entran o no al SEIA, está determinada por el caudal. De acuerdo con lo anterior, los proyectos para el drenaje de las aguas lluvias de Puerto Montt que debieran someterse al SEIA se indican en el Cuadro 9-1.

Sección cuadro 9 – 1 capítulo 9 Memoria PMA

NORTE DE PUERTO MONTT		
5A	Colector	4.41
5B	Colector	2.54
5C	Colector	1.04
5D	Colector	1.46
5E	Colector	3.42
5F	Canal	3.49

Fuente: Plan Maestro de Aguas Lluvias

Se analiza la pertinencia de cada uno de los criterios que señala el reglamento del SEIA para determinar si los proyectos considerados en el Plan Maestro de Aguas Lluvias de Puerto Montt deban someterse como Estudio de Impacto de Ambiental previo a la materialización de los proyectos.

El análisis concluye que ninguno de los proyectos incluidos en el Plan Maestro deberá someterse al SEIA y presentar sólo Declaraciones de Impacto Ambiental, de acuerdo con el procedimiento establecido en el reglamento respectivo, y por lo tanto ninguno de ellos requiere de la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental específico.

- *Criterio riesgo para la población*: Este aspecto se refiere al riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones y residuos que genere (artículo 5 del reglamento). Es desestimado en el análisis del plan maestro en base al siguiente análisis:

Todos los proyectos que deben someterse al SEIA corresponden a obras que tienen como fin el drenaje de las aguas lluvias o la escorrentía superficial producida por aquella, y en consecuencia, no

Folio007062

incorporan efluentes líquidos que puedan constituir riesgo para la salud de la población. Tampoco se generarían residuos sólidos de ninguna especie. De igual forma, durante la construcción de los acueductos no se pondría en riesgo la salud de la población dado el tipo y magnitud de las obras ya descritas.

- *Criterio efectos adversos sobre los recursos naturales renovables*: Este aspecto se refiere a los efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluido el suelo, agua y aire. (artículo 6 del Reglamento). Concluye que este criterio no es el aplicable en base al siguiente análisis:

Para todos los proyectos considerados no se producirían efectos adversos sobre la calidad y cantidad de los recursos renovables; suelo y agua. En efecto, las obras de drenaje lo que hacen es encauzar en forma controlada las aguas de escurrimiento superficial producidas por las precipitaciones, utilizando los mismos puntos de descarga del sistema existente. En consecuencia, la alteración de la escorrentía superficial se entiende como beneficiosa para toda la zona de estudio que pretende ser saneada. Las aguas no son consumidas ni aumentadas, sólo conducidas a sus lugares de descarga. Como ya se ha mencionado, tampoco se incorporarían sustancias peligrosas para los recursos renovables del suelo y agua.

Casi toda la zona corresponde a áreas urbanas y no existe vegetación nativa que pueda ser intervenida por la construcción de los colectores o canales. Tampoco será intervenida la flora y la fauna que se pudiera encontrar catalogada ya sea como en peligro de extinción, vulnerable o rara. Asimismo, los proyectos no introducirán especies exógenas de flora o fauna.

No existen zonas de humedales que pudrieran ser afectadas por el cambio en los patrones del escurrimiento superficial.

El saneamiento o drenaje controlado de las aguas lluvias proporciona condiciones favorables para reducir la erosión natural de los suelos, al reducir la escorrentía superficial pluvial descontrolada, sobre todo en aquellos sectores actualmente no urbanizados completamente.

Por último, cabe mencionar que toda la zona influenciada por los proyectos (área urbana actual y de expansión), ya se encuentra actualmente con cierto grado de intervención (calles, construcciones, caminos, etc.).

- Criterio de reasentamientos humanos: Este aspecto se refiere a los reasentamientos de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de los grupos humanos (artículo 8 del Reglamento). Se estima que tampoco aplica este criterio en base al siguiente análisis:

Para evaluar si el proyecto genera alteración significativa en los sistemas de vida y costumbres de los grupos humanos, se debe considerar: los índices de población total, su distribución urbano rural, según actividad económica, por edades y sexo. También se debe considerar la realización de ceremonias religiosas o culturales propias del lugar, la presencia de formas asociativas productivas, el acceso a servicios y equipamiento básicos o la presencia de grupos humanos protegidos por leyes especiales.

Folio007063

Los proyectos de drenaje una vez construidos, no producirán reasentamiento de comunidades humanas, reubicación de personas o alteración significativa de los sistemas de vida.

Durante la construcción de las obras podría haber efectos menores (no significativos) en los sistemas de vida por la introducción de mano de obra en la zona.

- *Criterio cercanía a población o ambientes protegidos*, Este aspecto se refiere a determinar si la localización del proyecto es próxima a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectadas, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar (artículo 9 del Reglamento). Se descarta la existencia de áreas protegidas en la zona definida para el saneamiento, según el siguiente análisis:

Se trata de determinar si el proyecto y sus obras y acciones asociadas, se localizan próximas a poblados, recursos o áreas protegidas susceptibles de ser afectadas, así como del valor ambiental del territorio.

Si bien todos los proyectos se localizan en el área urbana de Puerto Montt o en sus alrededores inmediatos, el valor ambiental de dichos sectores no será afectado sino por el contrario con ellos se solucionarán los problemas de inundaciones y mal drenaje.

- *Criterio de alteración paisajística*, Bajo este concepto se evalúa el efecto de alteración significativa en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona (artículo 10 del Reglamento), se ha descartado alteración significativa al paisaje es base al siguiente análisis:

Los proyectos corresponden a colectores subterráneos o a mejoramiento de esteros o canales existentes, por lo que no habrá alteración del paisaje o el valor turístico del sector, ya sea por obstrucción de la visibilidad, de los accesos a recursos naturales o áreas de interés. En la etapa de construcción se considera que las alteraciones mencionadas serán despreciables en magnitud y de corta duración.

- Criterio alteración de monumentos nacionales, Este criterio evalúa la alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural (artículo 11 del Reglamento).

En la zona de ejecución de los proyectos de drenaje no se reconocen sitios con valor antropológico, arqueológico o histórico, por lo que no es aplicable lo mencionado en el presente artículo.

Conclusiones de revisión del PMA:

- El área desde el Condominio hacia Alto La Paloma, se encuentra fuera del Plan Maestro de Aguas Lluvias, en consecuencia, el escurrimiento pluvial es contenido por el ecosistema presente en el área: Humedal La Paloma, Humedal La Guiña y bosque nativo que rodea al Condominio.
- No se tiene certeza si el proyecto 5-A Los Volcanes del Plan Maestro de Aguas Lluvias que comprende a las calles Volcán Osorno, Volcán Michimávida, Cerro Tronador y Volcán Choshuenco está construido o ha sido modificado por obras de encauzamiento y abovedamientos de diferentes inmobiliarias en el sector.

- Una observación al margen es que el Plan Maestro de Aguas Lluvias se encuentra en revisión y debiese contemplar la incorporación de humedales, ya que los descarta en el plan vigente, al igual que los criterios para someter las obras a evaluación ambiental.

- La consideración más relevante es que indica que las obras de drenaje lo que hacen es encauzar en forma controlada las aguas de escurrimiento superficial producidas por las precipitaciones, utilizando los mismos puntos de descarga del sistema existente, en consecuencia, las obras de drenaje NO debiesen alterar sistema hídrico del área que se interviene.

4.4 Análisis Estudio, Análisis y reposición de fijación de deslindes, varios cauces de Puerto Montt: esteros Garzas, Pelúes y La Paloma, y finalización estudio estero Pichipelluco, etapa 6, resumen ejecutivo. Dirección de Obras Hidráulicas, 2012.

El presente estudio, es la única bibliografía que se tuvo a la vista que describa al estero La Paloma, y por ello, se destacan los puntos más relevantes que dicen relación con este estero, previo al análisis de denuncias y trabajo de terreno que verifica las modificaciones al cauce.

Al inicio del informe en capítulo de generalidades se señala: El estero La Paloma drena las aguas lluvias del sector nororiente de Puerto Montt, cruzando terrenos con gran demanda, tanto industriales como de expansión inmobiliaria, por lo que es necesaria la fijación de sus deslindes a fin de evitar la modificación de su cauce natural a través de las obras de arte y/o rellenos por parte de particulares.

Posteriormente se establece el área de estudio desde la confluencia de los pequeños cauces que desaguan a las lagunas sin nombre ubicadas al este de Laguna Mansa, hasta la desembocadura del río Arenas, con una longitud de 7,2 kilómetros.

De los estudios de terreno se tiene para el Estero La Paloma:

Reconocimiento Estero La Paloma

El estero La Paloma, administrativamente reconocido como estero Sin Nombre y llamado además, estero Avellano en la localidad de La Vara, sector Alerce, nace de la confluencia del desagüe de dos lagunas, la N°2 y la N°3, que drenan en sentido sur - norte. La primera tiene una superficie de 2,7 ha mientras que la segunda 1 ha. Cada una de ellas cuenta con una descarga o desagüe que confluyen en un solo punto aproximadamente a 500 m. desde su origen, para luego continuar el escurrimiento paralelo al cerro o 5ta terraza de la ciudad de Puerto Montt. En su paso por la ciudad, el estero La Paloma escurre en sentido oriente-poniente en una extensión de 2.400 m., luego en sentido norte 4.800 m. hasta su confluencia en el río Arenas.

Se catastraron 68 propiedades en la rivera del estero, y 4 juntas de vecinos. En cuanto a la identificación de conflictos por los deslindes, se tiene:

Los potenciales conflictos también se prevén en las parcelaciones que son atravesadas por el cauce, situación que se presenta en varios sectores del estero La Paloma, ya que los propietarios pueden ver menoscabado su patrimonio al fijarse los deslindes dividiendo su propiedad.

Otro punto de potencial conflicto puede deberse a las zonas de interés de inmobiliario o industrial, ya que la fijación del los deslindes puede afectar los proyectos futuros de estos privados. Como ejemplo, esta situación se presenta en el terreno de la empresa Inmobiliaria Aconcagua, donde según información proporcionada por la empresa, tienen un proyecto de urbanización que interviene el cauce del estero La Paloma.

En cuanto al régimen hídrico del estero se tiene:

Estero La Paloma

Los caudales obtenidos para ambos escenarios, no difieren en orden de magnitud, pues las áreas aportantes son equivalentes, sólo variando los coeficientes de escorrentía.

Los resultados, para las dos situaciones analizadas, indican que para los caudales máximos instantáneos se produce un régimen de flujo subcrítico en todo el estero, excepto en la zona donde existe una caída, Km 2,640, donde se produce un flujo rápidamente variado, régimen que no es correctamente modelado por el software, por lo tanto asume altura crítica en esta zona.

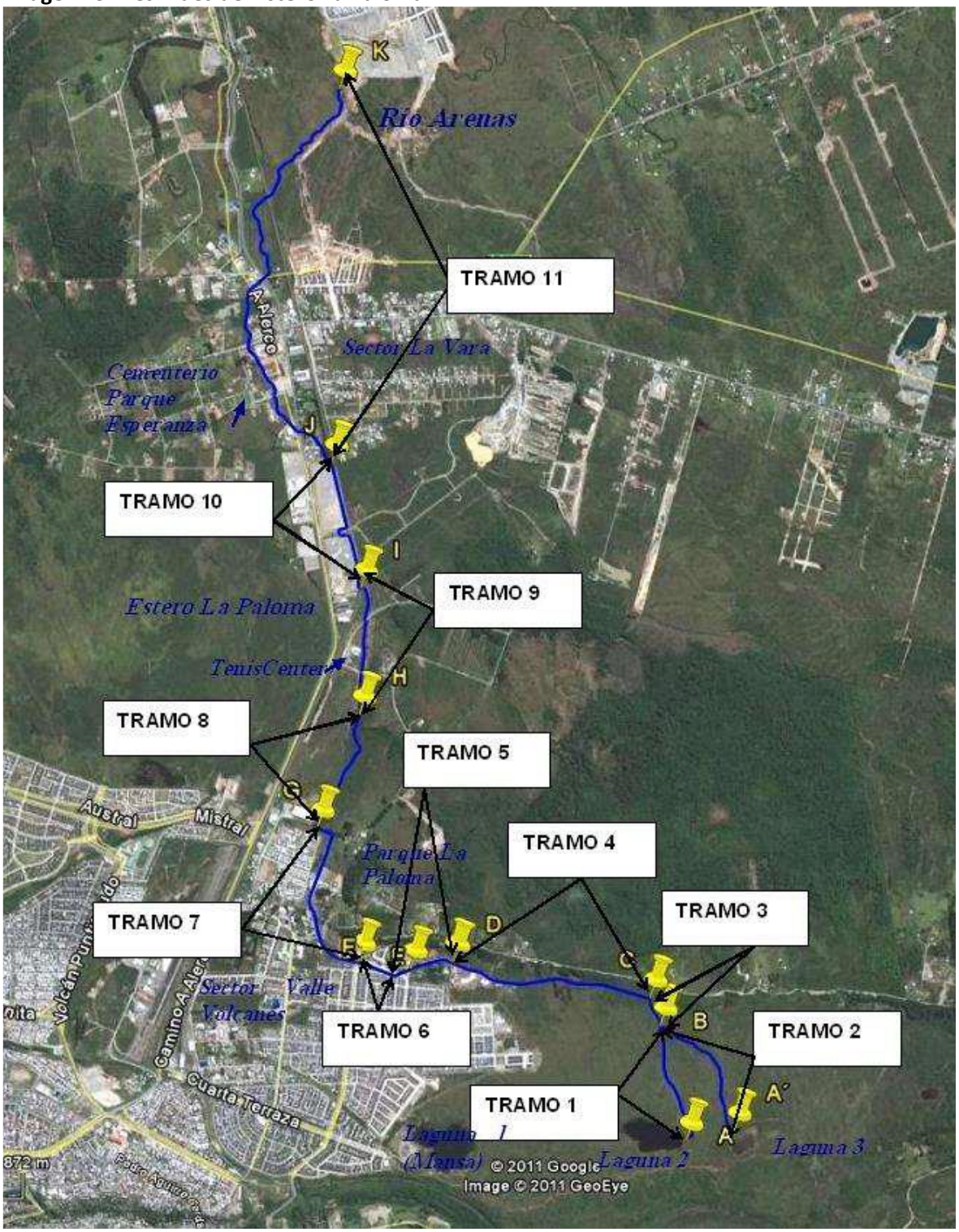
En el último tramo, aguas abajo del perfil longitudinal, se aprecia la influencia del río Arenas, el que produce el peraltamiento del nivel del estero La Paloma, aproximadamente en una longitud de 500 m.

Para el estudio de deslindes, donde se consideró la situación natural, los caudales de crecidas de T=100 años se presentan zonas con tendencia a la inundación fuera de los límites del cauce. Principalmente se encontraron puntos de desbordes en el tramo aguas abajo de las Canchas de Fútbol "Holandesas" y el sector del Tenis Center, en los terrenos de COVEPA, aguas arriba del primer atravieso de la Ruta V-505, en la zona del puente del cementerio Parque Alerce, aguas arriba del segundo atravieso de la Ruta V-505, y en el tramo final del estero, entre la Ruta V-505 y la confluencia con el estero Arenas.

Para el período de retorno de 5 años, también se producen desbordes del cauce, principalmente aguas abajo de las Canchas de Fútbol "Holandesas" y en los primeros 200 m. de los terrenos de COVEPA.

En la siguiente imagen se muestra la fijación de deslindes del Estero La Paloma.

Imagen 13: Deslindes del Estero La Paloma

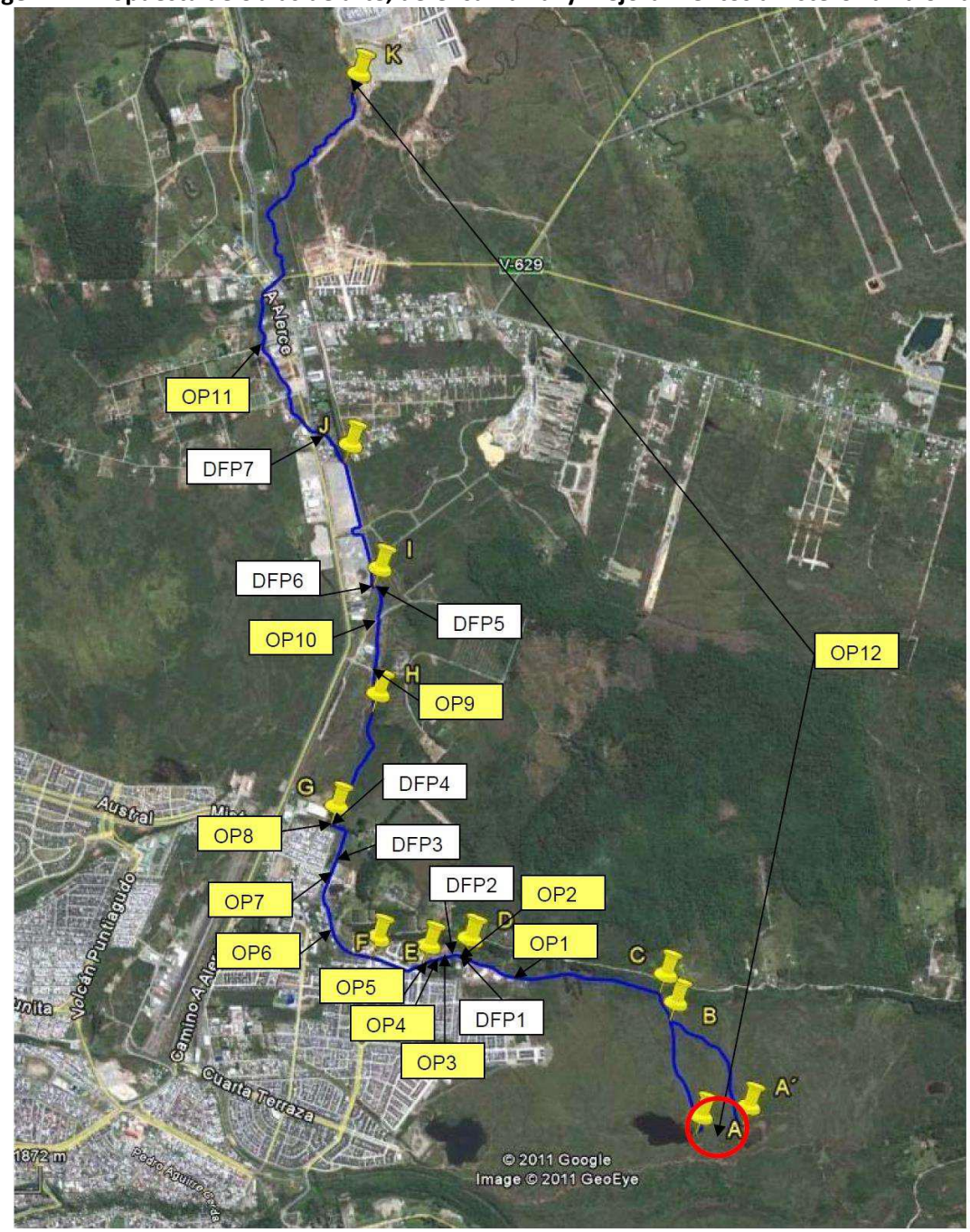


Fuente: pág. 25 del estudio Análisis y reposición de fijación de deslindes, varios cauces de Puerto Montt: esteros Garzas, Pelúes y La Paloma, y finalización estudio estero Pichipelluco, etapa 6, resumen ejecutivo. Dirección de Obras Hidráulicas, 2012

Folio007067

Como resultado final del análisis del grado de influencia de la fijación de deslindes en las propiedades ribereñas al estero La Paloma, se tiene que de un total de 68 propiedades, 25 se verían parcialmente afectadas y 43 no se verían afectadas, mientras que ninguna sería totalmente afectada por la fijación del deslinde. En la siguiente imagen, se señalan los puntos propuestos de defensa fluvial y obras de arte y mejoramiento propuestas al estero La Paloma.

Imagen 14: Propuesta de obras de arte, defensa fluvial y mejoramientos al Estero La Paloma



Fuente: Estudio Análisis y reposición de fijación de deslindes, varios cauces de Puerto Montt: esteros Garzas, Pelúes y La Paloma, y finalización estudio estero Pichipelluco, etapa 6, resumen ejecutivo. Dirección de Obras Hidráulicas, 2012

Imagen 15: TABLA LISTADO DEFENSAS FLUVIALES ESTERO LA PALOMA

TABLA N°9.7.1.1: LISTADO DEFENSAS FLUVIALES ESTERO LA PALOMA

Código	Nombre	Ubicación (km)
DFP1	Extensión muros de ala	1,250
DFP2	Protección terraplén ribera derecha con muro H.A,	1,275-1,330
DFP3	Revestimiento de riberas gaviones	2,155-2,205
DFP4	Mejoramiento descarga atravieso	2,670
DFP5	Protección riberas por erosión	4,000
DFP6	Protección riberas por erosión	4,820-4,960

Fuente: Estudio Análisis y reposición de fijación de deslindes, varios cauces de Puerto Montt: esteros Garzas, Pelúes y La Paloma, y finalización estudio estero Pichipelluco, etapa 6, resumen ejecutivo. Dirección de Obras Hidráulicas, 2012

Imagen 16: TABLA LISTADO OBRAS DE ARTE ESTERO LA PALOMA

TABLA N°9.7.2.1: LISTADO OBRAS DE ARTE-MEJORAMIENTOS

Código	Nombre	Ubicación (km)
OP1	Reemplazo obra atravieso por cajón doble H.A 1,2x1,2	1,050
OP2	Reemplazo obra atravieso por cajón doble H.A 1,2x1,2 Km	1,270
OP3	Reemplazo obra atravieso por cajón doble H.A 1,2x1,2	1,360
OP4	Reemplazo obra atravieso por cajón doble H.A 1,5 m x 1,2 m	1,455
OP5	Limpieza y despeje de cauce entre	1,590-2,010
OP6	Reemplazo obra atravieso por cajón H.A 2,0 m x 1,0 m	2,020
OP7	Reemplazo obra atravieso por cajón doble H.A 2,0 m x 1,5 m	2,320
OP8	Refuerzo atravieso con tubo C.C D=1,2 m	2,660
OP9	Refuerzo atravieso con tubo C.C D=1,2 m	3,550
OP10	Refuerzo atravieso con tubo C.C D=1,2 m	3,810
OP11	Ensanche puente	5,220
OP12	Limpieza y despeje de cauce	0-7,140

Fuente: Estudio Análisis y reposición de fijación de deslindes, varios cauces de Puerto Montt: esteros Garzas, Pelúes y La Paloma, y finalización estudio estero Pichipelluco, etapa 6, resumen ejecutivo. Dirección de Obras Hidráulicas, 2012.

Folio007069

Imagen 17: TABLA CAPACIDAD HIDRAULICA Y UBIACION OBRAS ATRAVIESO ESTERO LA PALOMA

TABLA N°9.7.3.1: CAPACIDAD HIDRÁULICA Y UBICACIÓN OBRAS ATRAVIESO ESTERO LA PALOMA

Código	Nombre	Ubicación (km)/tipo camino	Caudal Capacidad actual Q (m3/s) / T (años)	Caudal Capacidad proyectada (m3/s) / T (años)
OP1	Reemplazo obra atravieso por cajón doble H.A 1,2x1,2 m2	1,050 / particular	1,78 / < 10	4,1 / > 100
OP2	Reemplazo obra atravieso por cajón doble H.A 1,2x1,2 m2	1,270 / público	3,1 / < 50	4,1 / >100
OP3	Reemplazo obra atravieso por cajón doble H.A 1,2x1,2 m2	1,360 / particular	3,5 / > 50	4,1 / > 100
OP4	Reemplazo obra atravieso por cajón doble H.A 1,5 m x 1,2 m2	1,455 / particular	4,0 / < 100	4,1 / > 100

Fuente: Estudio Análisis y reposición de fijación de deslindes, varios cauces de Puerto Montt: esteros Garzas, Pelúes y La Paloma, y finalización estudio estero Pichipelluco, etapa 6, resumen ejecutivo. Dirección de Obras Hidráulicas, 2012.

Imagen 18: TABLA CAPACIDAD HIDRAULICA Y UBIACION OBRAS ATRAVIESO ESTERO LA PALOMA

TABLA N°9.7.3.2: CAPACIDAD HIDRÁULICA Y UBICACIÓN OBRAS ATRAVIESO ESTERO LA PALOMA (CONTINUACIÓN)

Código	Nombre	Ubicación (km)/tipo camino	Caudal Capacidad actual Q (m3/s) / T (años)	Caudal Capacidad proyectada (m3/s) / T (años)
OP6	Reemplazo obra atravieso por cajón H.A 2,0 m x 1,0 m	2,020 / público	4,0 / < 100	4,1 / > 100
OP7	Reemplazo obra atravieso por cajón doble H.A 2,0 m x 1,5 m	2,320 / público	6,2 / 25	8,8 / > 100
OP8	Refuerzo atravieso con tubo C.C D=1,2 m	2,660 / público	5,7 / < 25	8,8 / > 100
OP9	Refuerzo atravieso con tubo C.C D=1,2 m	3,550 / público	6,0 / < 25	8,8 / > 100
OP10	Refuerzo atravieso con tubo C.C D=1,2 m	3,810 / público	6,0 / < 25	8,8 / > 100
OP11	Ensanche puente	5,220 / particular	11,5 / > 25	15,7 / > 100

Fuente: Estudio Análisis y reposición de fijación de deslindes, varios cauces de Puerto Montt: esteros Garzas, Pelúes y La Paloma, y finalización estudio estero Pichipelluco, etapa 6, resumen ejecutivo. Dirección de Obras Hidráulicas, 2012.

Además de las propuestas y determinación de capacidades hidráulicas para el Estero La Paloma, este informe, realiza una propuesta general de zonas de restricción para los cauces objeto del estudio:

10.1 Propuesta General

Tomando en consideración los estudios básicos realizados en etapas anteriores, en especial el estudio geomorfológico, el, estudio hidrológico de crecidas, el estudio hidráulico y la determinación de áreas de inundación para distintos períodos de retorno, así como los recorridos de terreno, se desarrolló un análisis de la situación actual de zonas con riesgo de inundación, a objeto de proponer medidas de protección de dichas zonas.

Sobre la base del análisis descrito, se plantea una proposición de zonas de restricción que puedan mejorar el actual Plan Regulador de la ciudad de Puerto Montt en el entorno de los esteros Garzas, Lobos y La Paloma.

De acuerdo a las disposiciones aplicadas en estos casos, se propone dejar establecida una zona de protección del cauce, dentro de la cual se prohíba la construcción de edificaciones permanentes. Dicha zona quedará definida por el área inundable para un período de retorno de 100 años, considerando la proyección del cambio de uso de suelo futuro del sector según lo establecido en el Plano Regulador.

En las zonas de restricción así definidas, la urbanización quedaría condicionada a la implementación de acciones que aseguren que dichas zonas no se verán afectadas por inundaciones o erosiones de riberas; no pudiendo utilizarse para tal propósito, en caso que ello no sea factible económicamente. En cualquier caso, se recomienda que, de levantarse la restricción, para lo cual debería realizarse un estudio de riesgo y proyecto de obras específico, no se acepte en ningún caso urbanizar o construir viviendas sobre terrenos que se encuentren bajo la cota de inundación de 100 años, para lo cual sólo debería aceptarse que estos sean rellenados sobre dicha cota, debiendo demostrar el estudio correspondiente que ello no afecta a terceros y/o infraestructura.

Para emplazar las obras de defensa fluviales se considera como límite la zona comprendida entre la línea de fijación de deslinde y el cauce, de esta forma todas las obras propuestas quedan ubicadas en un bien nacional de uso público por lo cual no se requiere que el estado expropie terrenos.

Lo más destacable de este estudio, es que, si realmente se tiene a la vista a la hora de la aprobación de las obras de modificación de cauce en Estero La Paloma, ya que, en las carpetas o memorias técnicas revisadas no se hace mención de dicho estudio, y tampoco en las resoluciones de la Dirección General de Aguas.

La misma interrogante surge de las recomendaciones de restricción que debiesen ser consideradas para la aprobación de las modificaciones de cauce en el estero, además de evaluar la sumatoria de cada una de estas modificaciones en cómo se aumenta el riesgo de inundaciones o erosiones de ribera.

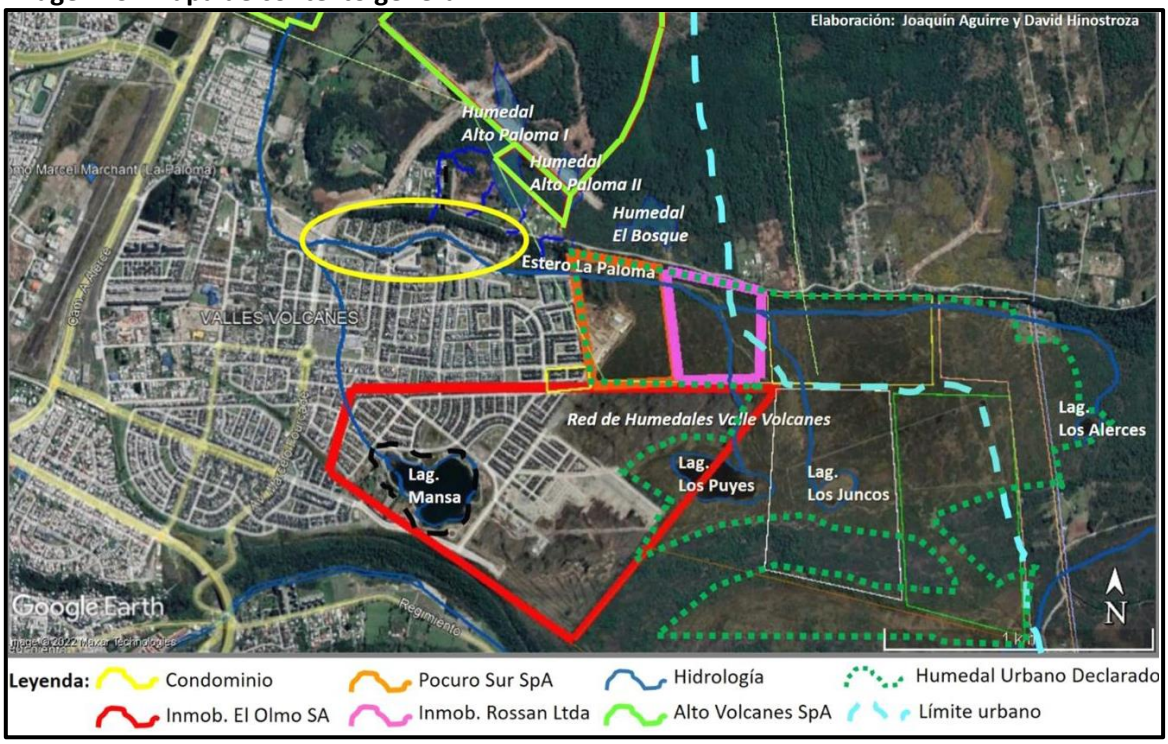
Folio007071

4.5 Análisis documental denuncias de Gayi.

Este análisis se realiza de manera paralela al levantamiento de información en terreno. En primer término, tenemos un historial de denuncias realizadas por la Agrupación GAYI de Puerto Montt, además de verificación de los posibles impactos de estas denuncias en terreno realizada por profesional Joaquin Aguirre (Estudio de la Red Hídrica en Condominio Alto del Bosque, Puerto Montt 2022).

A continuación, se presenta un mapa de contexto con la ubicación del Condominio Altos del bosque en circulo amarillo, donde se visualizan además los humedales que le circundan, el límite urbano y las empresas o proyectos inmobiliarios presentes alrededor del Condominio. Luego en imagen 20 se muestran los impactos y modificaciones de cauce y humedales que eventualmente podrían tener efectos negativos sobre el Condominio.

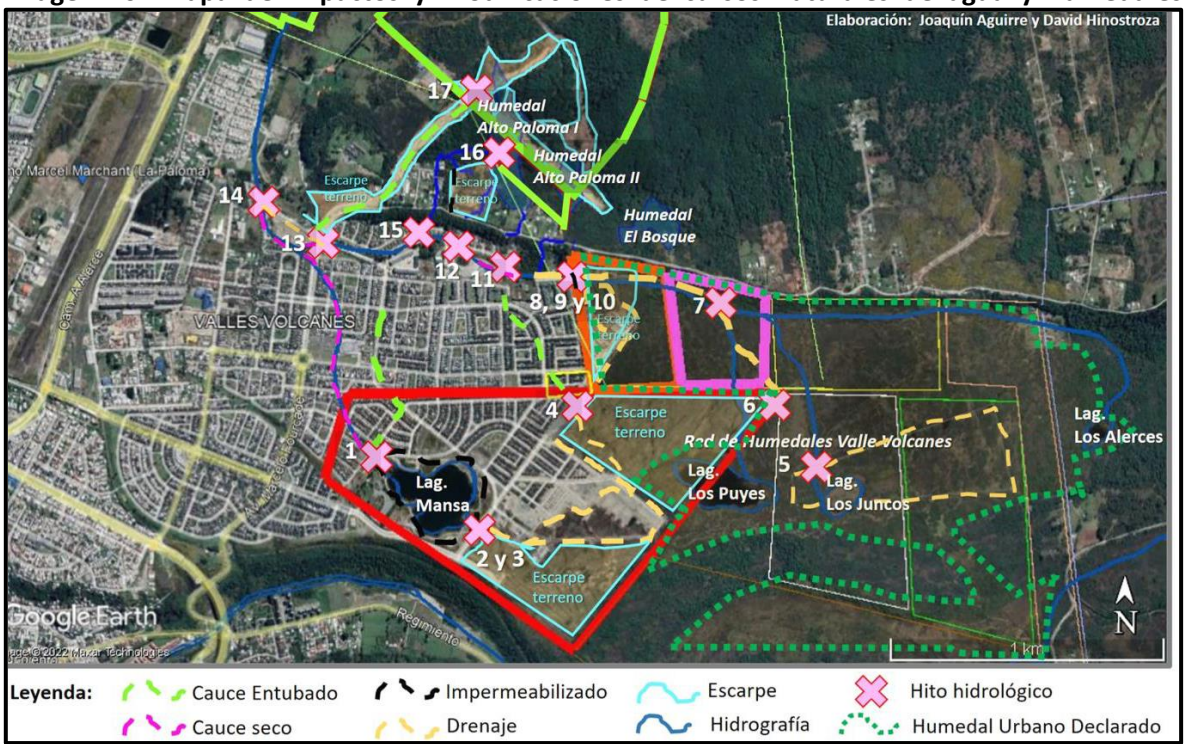
Imagen 19: Mapa de contexto general



Fuente: Aguirre Joaquín, Estudio de red hídrica Condominio Alto del Bosque de Puerto Montt, Impactos ocasionados y riesgos de inundación, producto de las alteraciones a las cuales se ha sometido a la red de humedales y efluentes que alimentan al estero La Paloma - 2022.

Folio007072

Imagen 20: Mapa de Impactos y Modificaciones de cursos naturales de agua y humedales



Fuente: Aguirre Joaquín, Estudio de red hídrica Condominio Alto del Bosque de Puerto Montt, Impactos ocasionados y riesgos de inundación, producto de las alteraciones a las cuales se ha sometido a la red de humedales y efluentes que alimentan al estero La Paloma - 2022.

En base al mapa de la imagen anterior (imagen 20), se levanta información secundaria ambiental, específicamente, procedimientos administrativos de organismos de administración del Estado con competencia ambiental de Conaf, DGA, SEA y municipalidad de Puerto Montt, en base a las denuncias de Agrupación Gayi. Se asocian con denuncias de GAYI, desde el hito 1 al hito 10 de la imagen 14.

4.5.1 Hito 1: Cambio de trazado de cauce natural y abovedamiento del mismo.

a. *Descripción:* El curso de agua natural que desaguaba naturalmente la Laguna Mansa, fue desviado, secado y rellenado para ser conducido por una nueva ruta esta vez abovedada, la cual se presenta en el mapa con un trazado de color verde segmentado. Las coordenadas referenciales UTM (m) en el DATUM WGS 84, Huso 18, del punto donde desagua la Laguna Mansa son Este: 675.045 y Norte: 5.407.844.

b. *Impacto:* El cambio de trazado afectó a la flora y fauna que existía en el estero y a su alrededor. Por otra parte, produciría un aumento potencial de la velocidad de escurrimiento por encontrarse actualmente entubado, sin vegetación que pueda atenuarla.

c. *Historial de Denuncia:* Existe una denuncia de parte de agrupación Gayi en contra de Inmobiliaria El Olmo S.A., de fecha 15 de abril de 2019, que fue acogida por la DGA cuyo número de expediente es FD-1003-161, quien constató en terreno la existencia de abovedamiento del desagüe de la laguna Mansa sin contar con autorización, ni proyecto presentado ante dicho servicio. En julio de 2020 la DGA resuelve multar a la empresa por no haber ejecutado obra de

urbanización sin la autorización requerida previamente, mediante Resolución DGA Exenta. N° 292 año 2020.

d. *Resumen expediente FD -1003-161:* en los considerandos de la Resolución exenta de la Dirección General de Aguas N°292 año 2020. Se menciona:

- Obra de abovedamiento que desagua laguna mansa tiene autorización del SERVIU y MUNI la obra representa daño para la vida, salud o bienes de la población la obra altera el régimen de escurrimiento de las aguas Obra modifica condiciones hidráulicas del álveo o causan daño para vida, la salud o bienes de la población.
- C.17: La obra se ejecutó aguas arriba de sector urbanizado y habitado, resulta PLAUSIBLE, considerar riesgo hidráulico por el régimen sobre escurrimiento de las aguas, no existe antecedentes de mecánica fluvial, LO QUE REVISTE PELIGRO para la vida, salud o bienes de la población.
- C18: la obra de abovedamiento no cuenta con estudio hidrológico, modelación hidráulica, u otro que acredite porteo de caudal asociado a crecida de retorno de 100 años.
- C23: La obra que aporta agua a la laguna no se verifican elementos que pueda generar daño a la vida, salud o bienes de la población, aumento de caudal de 2,0 L/s que incrementa altura de la laguna en 3,0mm
- C.24: El abovedamiento corresponde al desagüe natural de Laguna Mansa sin contar con los permisos: 32, 41 y 171 del cód. de aguas.
- C.27: La obra se erige en una urbanización más de 200 casas, colegios, supermercados, sedes sociales lo que supone RIESGO PARA LA POBLACIÓN.

e. *Posible falta administrativa:* Elusión al SEIA literal p), al momento de la denuncia y resolución de la DGA no estaba vigente la ley de humedales, sin embargo, se tiene como precedente la Sentencia de la Corte Suprema Rol N° 118- 2018, que reconoce Humedal bajo convenio RAMSAR como área bajo protección oficial.

Posible elusión además por artículo 10 Ley 19.300 modificada por Ley 20.417: letra “a”, como tipología principal, que menciona: “Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas, presas drenaje, desecación dragada, defensa o alteración, significativos, de cuerpos de agua o cursos naturales de aguas”. Habría que evaluar la pertinencia de evaluación al SEIA para art.3 de los literales:

a.2.4 se desconoce la cantidad de agua a drenar y las hectáreas afectas a esta obra de drenaje.

a.4, párrafo segundo: actividad que implique cambio en el trazado de cauce o la modificación artificial de su sección transversal, todas de modo permanente, incluido el abovedamiento.

Agregar al comentario de este hito, que hoy se desconoce el recorrido completo del **abovedamiento**. Por lo tanto, no existe certeza del **punto del estero La Paloma donde confluye**. Por otra parte, al desconocer el trazado completo de dicho abovedamiento, se desconoce si recibe aportes de aguas lluvias en su recorrido antes de llegar al estero La Paloma. Finalmente, es importante conocer si la empresa presentó el proyecto de abovedamiento a la DGA con el estándar de seguridad requerido. Se requiere mapa del plan maestro de aguas lluvias actualizado y/o

Folio007074

pronunciamiento por parte del Servicio de Vivienda y Urbanismo Los Lagos y la Dirección de Obras Hidráulicas de la SEREMI de Obras Públicas para resolver estas interrogantes.

4.5.2 Hito 2: Drenaje de humedal, escarpe, impermeabilización y aporte de caudal a Laguna Mansa.

a. *Descripción:* En la parte este de la Laguna Mansa existe un humedal que fue rellenado para construir sobre él con la consecuente impermeabilización de suelo. Adicionalmente, se elaboró un canal de drenaje en todo el perímetro de dicha construcción delimitado con una línea segmentada de color amarillo. Por otra parte, dentro del terreno modificado existe otro dren que conduce las aguas hacia la Laguna Mansa, las coordenadas referenciales UTM (m) en el DATUM WGS 84, Huso 18, del punto donde ingresa el agua a la laguna son Este: 675.324 y Norte: 5.407.607. Finalmente, en la parte que no ha sido construida, se realizó un escarpe del terreno en el que se retiró toda la cobertura vegetal compuesta principalmente por helechos, musgos, y chaura, típicos de humedal.

b. *Impacto:* El escarpe del terreno y luego la construcción de nuevas viviendas, eliminó la mayor parte de la flora y fauna del humedal. Al mismo tiempo, el escarpe deja la superficie sin cobertura vegetal lo que por un lado seca el ecosistema y por otro lado cuando llueve el escurrimiento del agua presenta mayor velocidad y por consiguiente mayores crecidas aguas abajo. Lo recién mencionado, se ve potenciado por la existencia de drenes en el lugar que permiten evacuar el agua de la zona con mayor velocidad a la condición original.

c. *Historial de Denuncia:* Existe una denuncia de parte de agrupación Gayi en contra de Inmobiliaria El Olmo S.A., de fecha 15 de abril de 2019, que fue acogida por la DGA cuyo número de expediente es FD-1003-161, quien constató en terreno la existencia de abovedamiento del desagüe de la laguna Mansa sin contar con autorización, ni proyecto presentado ante dicho servicio. En julio de 2020 la DGA resuelve multar a la empresa por no haber ejecutado obra de urbanización sin la autorización requerida previamente, mediante Resolución DGA Exenta. N° 292 año 2020.

d. *Resumen expediente FD -1003-161:* este hito es parte de la denuncia y expediente resumido precedentemente en punto 4.4.1, letra d) del presente informe.

e. *Posible falta administrativa:* este hito es parte de la denuncia y expediente cuya posible falta administrativa se describe en punto 4.4.1, letra e) del presente informe.

4.5.3 Hito 3: Drenaje de humedal, escarpe, impermeabilización y aporte de caudal a Laguna Mansa.

a. *Descripción:* En la parte este de la Laguna Mansa existe un humedal que fue rellenado para construir sobre él con la consecuente impermeabilización de suelo. Adicionalmente, se elaboró un canal de drenaje en todo el perímetro de dicha construcción delimitado con una línea segmentada de color amarillo. Por otra parte, dentro del terreno modificado existe otro dren que conduce las aguas hacia la Laguna Mansa, las coordenadas referenciales UTM (m) en el DATUM WGS 84, Huso 18, del punto donde ingresa el agua a la laguna son Este: 675.324 y

Norte: 5.407.607. Finalmente, en la parte que no ha sido construida, se realizó un escarpe del terreno en el que se retiró toda la cobertura vegetal compuesta principalmente por helechos, musgos, y chaura, típicos de humedal.

b. *Impacto:* El escarpe del terreno y luego la construcción de nuevas viviendas, eliminó la mayor parte de la flora y fauna del humedal. Al mismo tiempo, el escarpe deja la superficie sin cobertura vegetal lo que por un lado seca el ecosistema y por otro lado cuando llueve el escurrimiento del agua presenta mayor velocidad y por consiguiente mayores crecidas aguas abajo. Lo recién mencionado, se ve potenciado por la existencia de drenes en el lugar que permiten evacuar el agua de la zona con mayor velocidad a la condición original.

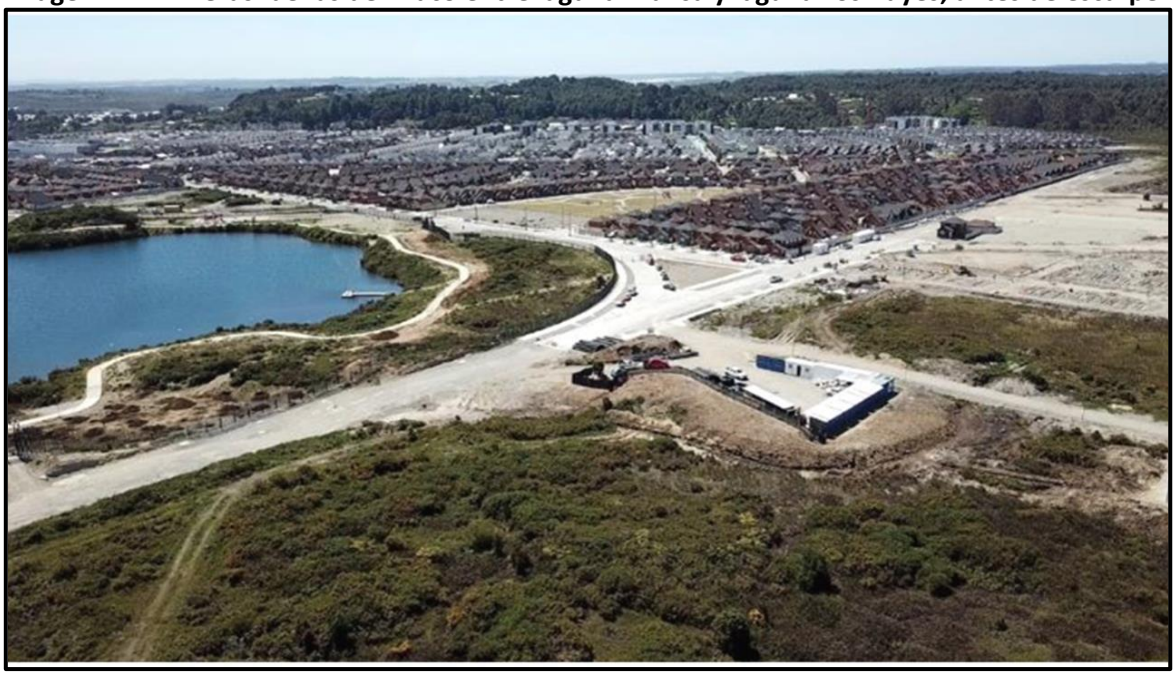
c. *Historial de Denuncia:* Existe una denuncia de parte de agrupación Gayi en contra de Inmobiliaria El Olmo S.A., de fecha 15 de abril de 2019, que fue acogida por la DGA cuyo número de expediente es FD-1003-161, quien constató en terreno la existencia de abovedamiento del desagüe de la laguna Mansa sin contar con autorización, ni proyecto presentado ante dicho servicio. En julio de 2020 la DGA resuelve multar a la empresa por no haber ejecutado obra de urbanización sin la autorización requerida previamente, mediante Resolución DGA Exenta. N° 292 año 2020.

d. *Resumen expediente FD -1003-161:* este hito es parte de la denuncia y expediente resumido precedentemente en punto 4.4.1, letra d) del presente informe.

e. *Posible falta administrativa:* este hito es parte de la denuncia y expediente cuya posible falta administrativa se describe en punto 4.4.1, letra e) del presente informe.

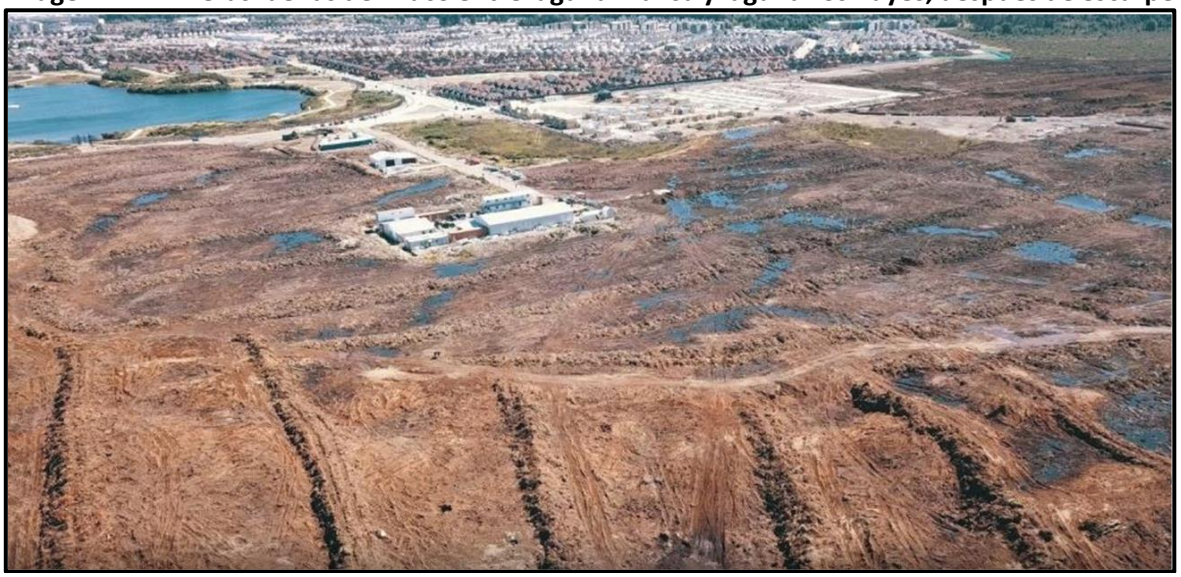
Agregar al comentario de este hito, que, en relación a las obras e intervenciones descritas, existe incertidumbre del impacto que tiene el drenaje y eliminación de flora nativa, lo que incide en la modificación de la velocidad de escurrimiento aumentando inundaciones aguas abajo. Por su parte, en relación a la reciente declaración de humedal urbano de Valle Volcanes, también existe incertidumbre en relación al por qué no fue incluido en el polígono de declaratoria el lugar descrito cuando presenta similares características de las lagunas y arroyos vecinos protegidos por la declaratoria.

Imagen 21: Primeras faenas de Enaco entre laguna Mansa y laguna Los Puyes, antes de escarpe.



Fuente: Aguirre Joaquín, Estudio de red hídrica Condominio Alto del Bosque de Puerto Montt, Impactos ocasionados y riesgos de inundación, producto de las alteraciones a las cuales se ha sometido a la red de humedales y efluentes que alimentan al estero La Paloma - 2022.

Imagen 22: Primeras faenas de Enaco entre laguna Mansa y laguna Los Puyes, después de escarpe.



Fuente: Aguirre Joaquín, Estudio de red hídrica Condominio Alto del Bosque de Puerto Montt, Impactos ocasionados y riesgos de inundación, producto de las alteraciones a las cuales se ha sometido a la red de humedales y efluentes que alimentan al estero La Paloma - 2022.

Imagen 23: Entubado al final de zanja de drenaje conducidas a la Laguna Mansa.

Fuente: Aguirre Joaquín, Estudio de red hídrica Condominio Alto del Bosque de Puerto Montt, Impactos ocasionados y riesgos de inundación, producto de las alteraciones a las cuales se ha sometido a la red de humedales y efluentes que alimentan al estero La Paloma - 2022.

Imagen 24: Alcantarilla tapada al ingreso a Laguna Mansa que recibe cauces desviados hacia ésta.

Fuente: Aguirre Joaquín, Estudio de red hídrica Condominio Alto del Bosque de Puerto Montt, Impactos ocasionados y riesgos de inundación, producto de las alteraciones a las cuales se ha sometido a la red de humedales y efluentes que alimentan al estero La Paloma - 2022.

Folio007078

4.5.4 Hito 4: Cauce natural desviado, rellenado y conectado a sumidero de aguas lluvia.

a. *Descripción:* En este sector se **modificó la totalidad del lecho del cauce que desagua laguna,** de caudal considerable en crecida, efluente de la laguna Los Puyes, que finalmente confluye a un dren que recorre todo el borde del sector urbanizado. Dicho dren desvía el curso natural de estos cauces. Finalmente serían conducidos hasta un pretil de tierra que entorpece el libre escurrimiento de las aguas que fue sancionado por la DGA. Luego se intercepta el cauce para ser conectado a sumidero de aguas lluvias para seguir su trayectoria en forma abovedada. Las coordenadas referenciales UTM (m) en el DATUM WGS 84, Huso 18, del punto donde ingresa el agua a sumidero de aguas lluvias son Este: 675.721 y Norte: 5.408.083.

   A lo anterior, hay que agregar que se realizó con máquina un escarpe del terreno en el que se retiró toda la cobertura vegetal compuesta principalmente por helechos, musgos, y chaura, típicos de humedal.

b. *Impacto:* Se alteraron desagües naturales de la laguna los puyes y se eliminó toda la vegetación que estos tenían en su curso y en su entorno, con el consecuente **aumento de velocidad del escurrimiento** y **menor capacidad de evaporación y recarga de acuíferos** producto de la perdida de vegetación. En el tramo siguiente, el curso de agua estaría abovedado lo que también aumentaría la velocidad de escurrimiento. Estas modificaciones han ocasionado inundación en el barrio colindante a la modificación.

c. *Historial de Denuncia:* Fueron denunciadas las modificaciones de cauce por la Agrupación Gayi en contra de Empresa EL Olmo el 07 de diciembre de 2018, ante la DGA que acogió la denuncia en el expediente FD-1003-148, mediante Resolución DGA Exenta. N° 210 año 2020 por construir petril en cauce que interrumpe la línea de flujo natural y descarga en sumidero de aguas lluvias de Cerro Tronador. Al mismo tiempo, generó el expediente de fiscalización FO-1003-64 que derivó en la aplicación de una multa, mediante Resolución DGA Exenta. N° 664 año 2019.

d. *Resumen expediente FD -1003-148:* consta de videos modificación de cauce; mapa predio y propiedades en humedal; imagen tubo y zanjas de drenajes, carpeta de denuncia fd-1003-150, aportado por GAYI, en predio de Inmobiliaria El Olmo ROL 2196-104. Posteriormente, el 21 de marzo de 2019, GAYI ingresa denuncia con información de modificación de cauce en lugar no autorizado, estero Los Puyes, carpeta fd-1003-148.

Mientras que de denuncia realizada el 26.12.2018, predio ROL 2196-504, OF 1122/6594, la Dirección de Obras Municipales de Puerto Montt, informa que la obra denunciada se encuentra sin permiso por parte de este departamento.

e. *Posible falta administrativa:* Elusión al SEIA literal p), al momento de la denuncia y resolución de la DGA no estaba vigente la ley de humedales, sin embargo, se tiene como precedente la Sentencia de la Corte Suprema Rol N° 118- 2018, que reconoce Humedal bajo convenio RAMSAR como área bajo protección oficial.

Posible elusión además por artículo 10 Ley 19.300 modificada por Ley 20.417: letra “a”, como tipología principal, que menciona: “*Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas, presas drenaje, desecación dragada, defensa o alteración, significativos, de cuerpos de agua o cursos naturales de aguas*”.

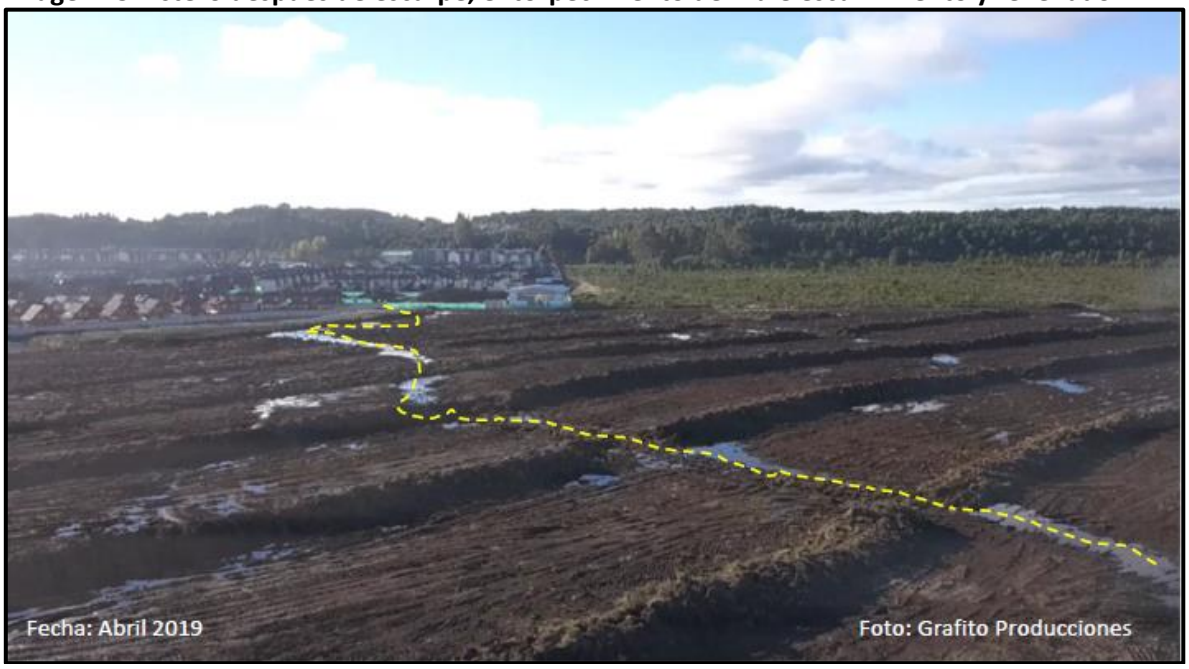
Habría que evaluar la pertinencia de evaluación al SEIA para art.3 de los literales:
a.2.4 se desconoce la cantidad de agua a drenar y las hectáreas afectas a esta obra de drenaje.

a.4, párrafo segundo: actividad que implique cambio en el trazado de cauce o la modificación artificial de su sección transversal, todas de modo permanente, incluido el abovedamiento.

Funcionarios de Departamento de Desarrollo Urbano, del Municipio identifican 19 alerces vivos, en Lagunas 2 y 3 de Valle volcanes. Evidencia de incendio, zanjas y pozos de dimensiones y destino desconocido. Según consta en Ord.146/204, 22.03.2019. información entregada a Agrupación GAYI vía transparencia.

Escarpe del terreno para obras de drenaje, implicaron además remoción de Bosque y/o renoval Nativo, incluido Alerces vivos, aún es posible identificar especies de alerce en el sector. Video 17 de diciembre en prospección en terreno de consultora Ambiente y Territorio EIRL: https://youtu.be/TUnjn400Gmo.

Imagen 25: Estero después de escarpe, entorpecimiento del libre escurrimiento y rellenado.



Fuente: Aguirre Joaquín, Estudio de red hídrica Condominio Alto del Bosque de Puerto Montt, Impactos ocasionados y riesgos de inundación, producto de las alteraciones a las cuales se ha sometido a la red de humedales y efluentes que alimentan al estero La Paloma - 2022.

Imagen 26: Estero modificado en su trazado y curso natural, desviado a sumidero de aguas lluvias en calle Volcán Tronador.

Fuente: Aguirre Joaquín, Estudio de red hídrica Condominio Alto del Bosque de Puerto Montt, Impactos ocasionados y riesgos de inundación, producto de las alteraciones a las cuales se ha sometido a la red de humedales y efluentes que alimentan al estero La Paloma - 2022.

Imagen 27: Entorpecimiento del libre escurrimiento de arroyo y desvío a sumidero de aguas lluvias.

Fuente: Aguirre Joaquín, Estudio de red hídrica Condominio Alto del Bosque de Puerto Montt, Impactos ocasionados y riesgos de inundación, producto de las alteraciones a las cuales se ha sometido a la red de humedales y efluentes que alimentan al estero La Paloma - 2022.

4.5.5 Hito 5: Drenaje perimetral en laguna los Juncos.

a. *Descripción:* Se construyó un dren perimetral en la laguna Los Juncos que ha permitido evacuar mucha más agua de lo que saldría en forma natural sin éste. Las coordenadas referenciales UTM (m) en el DATUM WGS 84, Huso 18, del punto del dren más cercano a la laguna son: Este: 676.636 y Norte: 5.407.686.

b. *Impacto:* El dren existente en el contorno de la laguna fracciono el territorio afectando a la flora y fauna del lugar, impidiendo el transito natural de las especies. Por otro lado, **altera la regulación natural que ejerce la laguna para disminuir las crecidas** producidas por las aguas lluvias, toda vez que ya no cuenta con la barrera natural de su perímetro. Adicionalmente,

entorpece el libre escurrimiento de las aguas dentro y hacia afuera de la laguna. Lo anterior, afecta la velocidad de escurrimiento y el caudal de crecida que desagua la laguna.

c. *Historial de Denuncia:* Existiría una fiscalización de la DGA por la construcción del dren y habría solicitado este servicio que se retire la obra, originada por denuncia de GAYI el 15 de abril de 2019, la cual fue resuelta por la Dirección General de Aguas en mayo de 2020, según consta Resolución DGA Exenta N°292 año 2020, Acoge denuncia y aplica multa por ejecución de obra de abovedamiento de cauce de aguas corrientes correspondiente a desagüe de laguna Mansa.

d. *Resumen expediente FD-1003-161:* Obra de abovedamiento que desagua laguna mansa tiene autorización del SERVIU y MUNICIPALIDAD DE Puerto Montt la obra representa daño para la vida, salud o bienes de la población la obra altera el régimen de escurrimiento de las aguas Obra modifica condiciones hidráulicas del álveo o causan daño para vida, la salud o bienes de la población. La resolución contempla en parte de sus considerandos:

- C.17: La obra se ejecutó aguas arriba de sector urbanizado y habitado, resulta PLAUSIBLE, considerar riesgo hidráulico por el régimen sobre escurrimiento de las aguas, no existe antecedentes de mecánica fluvial, LO QUE REVISTE PELIGRO para la vida, salud o bienes de la población.

- C18: la obra de abovedamiento no cuenta con estudio hidrológico, modelación hidráulica, u otro que acredite porteo de caudal asociado a crecida de retorno de 100 años.

- C23: La obra que aporta agua a la laguna no se verifican elementos que pueda generar daño a la vida, salud o bienes de la población, aumento de caudal de 2,0 L/s que incrementa altura de la laguna en 3,0mm

- C.24: El abovedamiento corresponde al desagüe natural de Laguna Mansa sin contar con los permisos: 32, 41 y 171 del cód. de aguas

- C.27: La obra se erige en una urbanización más de 200 casas, colegios, supermercados, sedes sociales lo que supone RIESGO PARA LA POBLACIÓN.

  RESUELVE: multa de 51 UTM

e. *Posible falta administrativa:* Elusión al SEIA literal p), al momento de la denuncia y resolución de la DGA no estaba vigente la ley de humedales, sin embargo, se tiene como precedente la Sentencia de la Corte Suprema Rol N° 118- 2018, que reconoce Humedal bajo convenio RAMSAR como área bajo protección oficial.

Posible elusión además por artículo 10 Ley 19.300 modificada por Ley 20.417: letra "a", como tipología principal, que menciona: "*Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas, presas drenaje, desecación dragada, defensa o alteración, significativos, de cuerpos de agua o cursos naturales de aguas*".

Habría que evaluar la pertinencia de evaluación al SEIA para art.3 de los literales:

- a.2.4 se desconoce la cantidad de agua a drenar y las hectáreas afectas a esta obra de drenaje.

- a.4, párrafo segundo: actividad que implique cambio en el trazado de cauce o la modificación artificial de su sección transversal, todas de modo permanente, incluido el abovedamiento.

Imagen 28: Dren perimetral de laguna Los Juncos

Fuente: Aguirre Joaquín, Estudio de red hídrica Condominio Alto del Bosque de Puerto Montt, Impactos ocasionados y riesgos de inundación, producto de las alteraciones a las cuales se ha sometido a la red de humedales y efluentes que alimentan al estero La Paloma - 2022.

Folio007083

Imagen 29: Dren perimetral de laguna Los Juncos

Fuente: Aguirre Joaquín, Estudio de red hídrica Condominio Alto del Bosque de Puerto Montt, Impactos ocasionados y riesgos de inundación, producto de las alteraciones a las cuales se ha sometido a la red de humedales y efluentes que alimentan al estero La Paloma - 2022.

4.5.6 Hitos 6 y 7: Desvío y canalización de esteros que desaguan las Lagunas Los Puyes y Los Juncos, junto a canalización del propio Estero La Paloma.

a. *Descripción:* Se cambió el trazado y canalizó artificialmente cauces naturales que desaguan las lagunas Los Puyes y Los Juncos mediante la construcción de una zanja o cauce artificial que se extiende hasta el Estero La Paloma en unos 600 metros de largo. Este último, también fue canalizado en un tramo de 400 metros aproximadamente. Las coordenadas referenciales UTM (m) en el DATUM WGS 84, Huso 18, del punto donde comienza el dren mencionado son Este: 675.507 y Norte: 5.408.102.

b. *Impacto:* El desvío y canalización de 1 km de largo tiene un impacto directo en la flora y fauna del lugar que no pueden sortear esta trampa que divide el terreno. Por otra parte, la profundización del canal baja la cota de saturación del suelo con el consiguiente impacto en la flora y fauna del lugar. En resumen, mantiene el suelo más seco, lo que afecta a la vegetación capaz de permanecer en el entorno y esto **afecta la velocidad de escurrimiento en las crecidas lo que redunda en potenciales inundaciones aguas abajo**.

En relación al impacto de las obras descritas, existe incertidumbre en cuanto a la afectación al régimen hidrológico en el lugar y aguas abajo que produce la zanja de drenaje de 1 km, que modifica cauces que desaguan la lagunas Los Puyes, la laguna Los Juncos y modifica también el cauce del

estero La Paloma, particularmente en una zona de humedal, actualmente declarada y protegida como humedal urbano, donde el agua transitaba lentamente sobre este ecosistema de densa vegetación hoy corre rápido por un canal de drenaje que no ofrece mayor resistencia y acopia mucha agua, cosa que no ocurría naturalmente en el sector.

La incertidumbre mencionada tiene distintos orígenes. Uno de ellos es que los proyectos de modificación de cauces que autoriza la DGA comúnmente consideran solo el análisis del tramo modificado, 100 metros aguas arriba y 100 metros aguas abajo. Por lo tanto, en este caso, aunque la modificación de cauce contase con autorización de la DGA, eso no implica que aguas abajo en el estero La Paloma se esté considerando el riesgo de inundación en los puntos más críticos del mismo, ya que éstos se encuentran aguas abajo del tramo modificado a más de 100 metros. Uno de ellos está a la altura del Condominio, donde el Estero La Paloma cruza el camino a través de una alcantarilla.

c. *Historial de Denuncia:* Fueron denunciadas ante la DGA por agrupación GAYI con fecha 07 de diciembre de 2018 las modificaciones de cauce, donde se identificó a la empresa **Inmobiliaria Rossan Ltda.** como responsable.

La DGA acogió la denuncia en el expediente FD-1003-152 y sancionó mediante una multa al responsable en Resolución DGA Exenta. N° 135 año 2020. Al mismo tiempo, le otorgó 90 días para presentar el proyecto elaborado de acuerdo a la normativa.

d. *Resumen expediente:* el resumen del expediente se encuentra detallado en punto 4.4.4., hito 4 letras c) y d) del presente informe.

e. *Posible falta administrativa:* el análisis se encuentra detallado en punto 4.4.4., hito 4 letra e) del presente informe, que corresponde a posible Elusión al SEIA literal p), al momento de la denuncia y resolución de la DGA no estaba vigente la ley de humedales, sin embargo, se tiene como precedente la Sentencia de la Corte Suprema Rol N° 118- 2018, que reconoce Humedal bajo convenio RAMSAR como área bajo protección oficial.

   Además, las obras se emplazan en Humedal Valle Volcanes declarado de oficio mediante Resolución Exenta 1.408 de fecha 14 de diciembre de 2021, y publicado en el diario oficial el 27 de enero de 2022, lo cual ratifica la calidad de humedal denunciada por GAYI desde el 2018.

Imagen 30: Canalización de efluentes de la Laguna Los Puyes y Los Juncos, junto al Estero La Paloma

Fuente: Aguirre Joaquín, Estudio de red hídrica Condominio Alto del Bosque de Puerto Montt, Impactos ocasionados y riesgos de inundación, producto de las alteraciones a las cuales se ha sometido a la red de humedales y efluentes que alimentan al estero La Paloma - 2022.

Imagen 31: Canalización mediante zanja dren de efluentes de la Laguna Los Puyes y Los Juncos.

Fuente: Aguirre Joaquín, Estudio de red hídrica Condominio Alto del Bosque de Puerto Montt, Impactos ocasionados y riesgos de inundación, producto de las alteraciones a las cuales se ha sometido a la red de humedales y efluentes que alimentan al estero La Paloma - 2022.

Folio007086

4.5.7 Hito 8: Desvío de arroyo y canalización hacia humedal vecino a Estero La Paloma.

a. *Descripción:* Durante el año 2021 se realizó escarpe de terreno en la propiedad de la Empresa Pocuro Sur SPA, se cercó dicho lugar y se construyó un dren tipo canal en todo el perímetro de la faena, con el objeto probablemente de profundizar el nivel de saturación del suelo. Por otro lado, en el perímetro interno de la faena se rellenó y encauzaron las aguas del humedal hacia el extremo noroeste. A pesar de los esfuerzos de secar el terreno, la faena mantiene espejos de agua que desaguan actualmente al humedal contiguo, conocido como los patos, que colinda con el Estero La Paloma al lado de bosque vecino al lugar. En tanto, que la canalización por el perímetro de la faena, que colecta las aguas también se deriva al bosque primero y luego al mismo humedal. Las coordenadas referenciales UTM (m) en el DATUM WGS 84, Huso 18, del humedal son Este: 675.790 y Norte: 5.408.488.

Por otro lado, en el mismo lugar descrito, que corresponde al polígono de color naranjo, corresponde a área recientemente **declarada como humedal urbano por el MMA**, mediante Resolución Exenta 1.408 en diciembre de 2021.

A pesar de la reciente declaratoria, continuaron las alteraciones del lugar durante los meses de enero, febrero y marzo de 2022, en los cuales se drenó completamente y rellenó la laguna humedal, para luego instalar sobre éste una tubería de HDPE de 750 mm de diámetro, que atraviesa todo el humedal Los Patos para descargar finalmente en el Estero La Paloma 325 l/s de aguas lluvias que provienen de proyecto de estanque de regulación de 900 m3 de capacidad. Este proyecto de modificación de cauce actualmente en ejecución, fue presentado por Inmobiliaria Rossan Ltda ante la DGA y fue aprobado mediante Resolución DGA Exenta N° 412, del 30 de septiembre de 2020.

b. *Impacto:* Actualmente el mayor impacto, en términos generales, es el generado por la construcción de Edificios para departamentos sobre humedal urbano recientemente declarado. Las características de esta intervención se analizaron en punto 4.3 Análisis Pertinencia Ambiental Proyecto Vista Cordillera Etapas I y II, del presente informe.

c. *Historial de Denuncia:* se realizaron denuncias de parte de la agrupación Gayi el 15 de marzo de 2021, en relación a las modificaciones de cauces en el sector y **no fueron acogidas** por la DGA, según consta en resolución exenta N°558 de la DGA de agosto de 2021.

d. *Resumen expediente:* al no ser acogida la denuncia no hay expediente.

e. *Posible falta administrativa:* el análisis de las posibles faltas administrativas de esta intervención se analizó en punto 4.3 Análisis Pertinencia Ambiental Proyecto Vista Cordillera Etapas I y II, del presente informe. La serie de imágenes que se presentan a continuación evidencian el daño progresivo sobre el humedal urbano.

Imagen 32: proyecto inmobiliario emplazado en humedal.

Fuente: carta de pertinencia proyecto Vista Cordillera etapas I y II, expediente electrónico file:///C:/Users/HP/Downloads/Consulta%20de%20Pertinencia%20Proyecto%20_Vista%20Cordillera%20Etapas%20I%20y%20II_%20(2).pdf

Imagen 33: Drenes y faenas en humedal Los Patos continuo al Estero La Paloma.

Fuente: Aguirre Joaquín, Estudio de red hídrica Condominio Alto del Bosque de Puerto Montt, Impactos ocasionados y riesgos de inundación, producto de las alteraciones a las cuales se ha sometido a la red de humedales y efluentes que alimentan al estero La Paloma - 2022.

Imagen 34: Drenes y faenas en humedal Los Patos continuo al Estero La Paloma. Fotos: Agrupación Gayi, junio 2021

Fuente: Aguirre Joaquín, Estudio de red hídrica Condominio Alto del Bosque de Puerto Montt, Impactos ocasionados y riesgos de inundación, producto de las alteraciones a las cuales se ha sometido a la red de humedales y efluentes que alimentan al estero La Paloma - 2022.

Imagen 35: Obras en humedal urbano declarado, sector laguna Los Patos. Fotos: Joaquín Aguirre y Agrupación Gayi.

Fuente: Aguirre Joaquín, Estudio de red hídrica Condominio Alto del Bosque de Puerto Montt, Impactos ocasionados y riesgos de inundación, producto de las alteraciones a las cuales se ha sometido a la red de humedales y efluentes que alimentan al estero La Paloma - 2022.

Imagen 36: Obras en humedal urbano declarado, sector laguna Los Patos. Fotos: Joaquín Aguirre y Agrupación Gayi.

Fuente: Aguirre Joaquín, Estudio de red hídrica Condominio Alto del Bosque de Puerto Montt, Impactos ocasionados y riesgos de inundación, producto de las alteraciones a las cuales se ha sometido a la red de humedales y efluentes que alimentan al estero La Paloma - 2022.

4.5.8 Hitos 9 y 10: Muro de Hormigón en el Humedal y Gaviones en el Estero La Paloma

a. *Descripción:* En el mismo sector descrito en el hito anterior, contiguo al espejo de agua del humedal junto al bosque, existe un condominio de departamentos de la Empresa Aconcagua que presenta un muro de hormigón que está establecido en su lado este sobre el espejo de agua del humedal (hito 9). En tanto, en su lado norte, el condominio construyó gaviones dentro del cauce del Estero La Paloma (hito 10). las coordenadas referenciales UTM (m) en el DATUM WGS 84, Huso 18, donde se junta el hito 9 con el 10 son: Este: 675.733 y Norte: 5.408.522.

b. *Impacto:* El hito 9, correspondiente al muro de hormigón en el humedal, restringe la capacidad de almacenamiento del mismo. Por lo tanto, disminuye la capacidad de regulación de las crecidas del humedal con la consecuente derivación hacia el estero la Paloma y respectivas crecidas del mismo, particularmente del lado opuesto del estero donde se han inundado los vecinos. Por su parte, el hito 10, correspondiente a gaviones en el estero La Paloma, no solo disminuyen la capacidad de porteo del estero, aumentando las posibilidades de desbordes e inundaciones. Sino también ponen en riesgo al condominio propiamente tal y a la urbanización existente aguas abajo toda vez que puede ser socavado el gavión y generar daños a vida, la salud o bienes de la población.

c. *Historial de Denuncia:* se realizaron denuncias de parte de la agrupación Gayi el 15 de marzo de 2021, en relación a las modificaciones de cauces en el sector y **no fueron acogidas** por la DGA, según consta en resolución exenta N°558 de la DGA de agosto de 2021.

d. *Resumen expediente:* al no ser acogida la denuncia no hay expediente.

e. *Posible falta administrativa:* las posibles faltas administrativas, al igual que en denuncias anteriores tiene que ver con elusión al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, donde los organismos de administración del Estado que otorgan autorizaciones no solicitan la calificación ambiental de los proyectos. Lo cual se detalla en análisis de pertinencia efectuado en punto 4.3 Análisis Pertinencia Ambiental Proyecto Vista Cordillera Etapas I y II, del presente informe.

En resumen, la Elusión SEIA se puede presentar según lo dispuesto en: D.S 40/2012, literal s); intervención de humedal Vigente desde 23 de enero de 2020. Dictamen de la contraloría: Nº E157665 / 2021 Los proyectos que afecten Humedales en los términos que Establece el literal s) del artículo 10 de la ley n° 19.300, deben someterse Al sistema de evaluación de impacto Ambiental aun cuando no haya Mediado declaración de humedal Urbano. Instructivo del SEIA: Imparte instrucciones en relación a la aplicación de los literales p) y s) del artículo 10 de la Ley N° 19.300. de fecha 17.01.2021. Por último, los proyectos inmobiliarios y sus obras les es aplicable el DS.24/ Ministerio de Medio Ambiente, vigente desde el 29 de enero de 2021, Declara zona saturada por concentración diaria de material particulado MP2,5.

Imagen 37: Muro de Hormigón sobre un humedal y gaviones dentro del Estero La Paloma

Fuente: Aguirre Joaquín, Estudio de red hídrica Condominio Alto del Bosque de Puerto Montt, Impactos ocasionados y riesgos de inundación, producto de las alteraciones a las cuales se ha sometido a la red de humedales y efluentes que alimentan al estero La Paloma - 2022.

La imagen 38 se aprecia la presencia de alerces vivos *Fitzroya cupresides* en Humedal Valle Volcanes, denunciado el 07 de diciembre de 2018 por Agrupación Cultural por los humedales Gayi, e información de terreno recogida en diciembre del año 2021 por Consultora Ambiente y Territorio E.I.R.L. y consultada mediante transparencia a CONAF por Ambiente y Territorio con fecha 24.02.2022.

Imagen 38: presencia de especies de Alerces vivos.

Fuente: propia, Fotografías de Alerces consulta de Consultora Ambiente y Territorio E.I.R.L. a Conaf, fecha 24.02.2022.

Tabla 5: Síntesis Alerces Georreferenciados, denuncias y respuesta de CONAF a cada denuncia.

Alerces georreferenciados por Conaf – Inmobiliaria El Olmo, a través de denuncia interpuesta a CONAF por Sr. Miguel Torres					
Punto identificador	Este	Sur	Cantidad	Denuncia	Respuesta de Conaf
Alerce 1	676101	5407801	-	Alerces orilla de la laguna	Se verifica presencia de alerces
Alerce 2	676645	5407708	-		No se pudo identificar presencia de Alerces
Alerce 3	676838	5407731	35	35 individuos	Se verifica presencia de Alerces
Alerce 4	677666	5407977	500	Individuos bordes de laguna y extracción de leña	Se verifica presencia de Alerces
Alerce 5	676458	5407732		Individuos orilla de la laguna	Se verifica presencia de Alerces
Alerce 6	680796	5409699	10	10 individuos	No se ha efectuado visita en este punto
Alerce 7	680559	5409633	-	Individuos a orilla de la laguna	No se ha efectuado visita en este punto
Alerce 8	680491	5408779	100	Individuos vivos, extracción de leña y turba	No se ha efectuado visita en este punto

Fuente: elaboración propia, consulta de Consultora Ambiente y Territorio E.I.R.L. a Conaf, fecha 24.02.2022

Tenemos que esta especie se encuentra protegida por la siguiente normativa:

A. Art. 1°: Declárase Monumento Natural de acuerdo a la definición y al espíritu de la *"Convención para la protección de la Flora, Fauna y Bellezas Escénicas Naturales de América"* a la especie vegetal de carácter forestal denominado Alerce o Lahuén y cuyo nombre científico corresponde al de *Fitzroya cupressoides* (MOL) JOHNSTON.

B. Art. 2º del D.S. Nº 490, de 1974, del Ministerio de Agricultura;
A partir de la fecha de publicación en el Diario Oficial del presente decreto, ***declárase inviolable y prohíbese la corta y destrucción del Alerce***, salvo autorización expresa, calificada y fundamentada de la Corporación Nacional Forestal, la que procederá solamente cuando estas operaciones tengan por objeto llevar a cabo investigaciones científicas debidamente autorizadas, habilitación de terrenos para la construcción de obras públicas, de defensa nacional o la consecución de Planes de Manejo Forestal, por parte de organismos forestales del Estado, o de aquellos en los cuales éste tenga interés directo o indirectamente.

C. Art. 10º de la Ley Nº 19.300 y artículo 3º del D.S. Nº 40, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente.
Se regulan actividades de corta o explotación que se ejecuten en los proyectos o actividades definidos en el presente artículo, específicamente, letra p) del artículo 3º del D.S. Nº 40, de 2012:

Literal p) ejecución de obras, programas o actividades en parques nacionales, reservas nacionales, **monumentos naturales**, reservas de zonas vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas o en cualesquiera otras áreas colocadas bajo protección oficial, en los casos en que la legislación respectiva lo permita.

Respecto de la normativa anteriormente citada, requerimos para las especies ya identificadas, se exija a las empresas inmobiliarias que actualmente avanzan con sus respectivos proyectos, el ***ingreso Obligatorio al SEIA***, según lo dispuesto en Guía de Evaluación Ambiental de CONAF, año 2014. La cual indica para esta especie:

En el SEIA la regulación aplicará para la autorización excepcional de corta o explotación de especies declaradas monumentos naturales, que califiquen de acuerdo a lo establecido en el ***artículo 2º, D.S. Nº 490, de 1974, del Ministerio de Agricultura****; artículo 2º, D.S. Nº 43, de 1990, del Ministerio de Agricultura, o artículo 2º D.S. Nº 13, de 1995, del Ministerio de Agricultura. En este caso se asocia a los Permisos Ambientales Sectoriales de los artículos 127°, 128° y 129° del D.S. N° 40, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, respectivamente. Los permisos señalados aplicarán tanto para* ***individuos aislados*** *como para aquellos que formen parte de un bosque nativo. Si la especie se encuentra formando parte de un bosque nativo, y los proyectos corresponden a la habilitación de terrenos para la construcción de obras públicas70, se exigirá además aplicar los contenidos de evaluación establecidos en el punto 4.1.6 numeral 8 de esta guía.*

A más ahondamiento, se presenta análisis de pertinencia de ingreso al SEIA:

Para tales efectos, el Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental instruyó que para determinar el ingreso de un proyecto o actividad al SEIA por aplicación del artículo 10 letra p) de la Ley, debe remitirse a lo indicado en el punto 2 de la minuta técnica adjunta al ORD. D.E. N° 130844 de 22 de mayo de 2013, que señala en lo pertinente, que ni la Ley N° 19.300 ni el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental definen qué debe entenderse por *"áreas colocadas bajo*

Folio007093

protección oficial", pero que sin embargo el mismo concepto permite identificar los elementos que lo definen, a saber:

1. Área: debe tratarse de un espacio geográfico delimitado, idealmente de manera georreferenciada y constar en el acto formal declaratorio del área.

2. Declaración Oficial: debe existir un acto formal emanado de la autoridad competente al efecto, en virtud del cual se somete determinada área a un régimen de protección.

3. Objeto de protección: la declaración respectiva debe responder, directa o indirectamente, a un objetivo de protección ambiental, teniendo presente el concepto amplio de medio ambiente, inclusivo de elementos naturales y artificiales.

A continuación, el instructivo antes individualizado, identifica dentro de las áreas colocadas bajo protección oficial para los efectos del SEIA, entre otras categorías, al Monumento Natural, citando como fuente normativa de dicha categorización al ***D.S. N° 531, de 1967, del Ministerio de Relaciones Exteriores, Convención para la Protección de la Flora, Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América***.

La Convención para la Protección de la Flora, Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América., en su Artículo 1 define los Monumentos Naturales señalando que se entenderá por tales "Las regiones, los objetos **o las especies vivas** de animales o plantas de interés estético o valor histórico o científico, a los cuales se les da protección absoluta. Los Monumentos Naturales se crean con el fin de conservar un objeto específico o *una especie determinada de flora o fauna* declarando una región, un objeto o ***una especie aislada***, monumento natural inviolable excepto para realizar investigaciones científicas debidamente autorizadas, o inspecciones gubernamentales".

El mismo instructivo del SEA, señala más adelante que, se debe considerar en la evaluación de pertinencia de la "obra", "programa" o "actividad", también se debe tener en cuenta la **magnitud y envergadura** de éstas, ya que *"parece del todo ilógico e inoficioso que se sometan al SEIA iniciativas como instalación de semáforos en área típica, señalización de circuitos turísticos, cambios de puertas en un monumento nacional".*

En consecuencia, el Alerce es un Monumento Natural (indicado expresamente en literal p) del artículo 3º del D.S. Nº 40, de 2012), y lo indicado en DS.531/1967 que define Monumento Natural como regiones, objetos o especies vivas, sumado a la magnitud y envergadura de las obras que se ejecutan en el entorno, no se ha determinado el grado de afectación a esta especie. Se trata de proyectos inmobiliarios que realizan intervención del área con drenaje, modificaciones de cauce, escarpe, instalaciones sanitarias, remoción total de especies de bosque nativo, entre otras acciones, corresponde a obras y actividades que bajo ningún punto de vista a nuestro entender pueden ser consideradas como obras o actividades menores, comparables con instalación de semáforos o instalación de señalética en un área protegida (como señala el instructivo el cual se refiere únicamente a área y no especie aislada). Sumado a que actualmente, se reconoce como área de humedales urbanos, y sobre todo, teniendo en cuenta que en el país solamente se ha protegido bosque nativo con presencia de alerces no cordilleranos en Parque Lahuén Ñadi, y por tanto, se considera de mayor importancia preservar los Alerces, que entre los tres catastros aquí presentados suman más de 500 ejemplares, de los cuales no se tiene información científica que permita

Folio007094

identificar si están las condiciones de repoblamiento para preservar y recuperar un bosque de Alerce, especie única en el mundo en extinción.

4.6 Análisis de Inspección de la SMA por posible elusión.

El 28.07.2021 a las 10:00 am, se realiza visita inspectiva no programada a Inmobiliaria Alto Volcanes SpA, en el marco de la Res. Ex. N°1184/2015 de la SMA, y cuyo motivo corresponde a denuncias efectuadas por una eventual elusión al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Según consta en Acta de inspección general.

Por parte de la SMA participan de la inspección Sra. Ivonne Mansilla (Jefa Oficina SMA Pto. Montt) junto a Patricia Aros (Fiscalizadora) y recorre zona de construcción de Avenida Bosque Sur y Avenida el Bosque, acompañado de Sr. Alejandro Soto Residente de los trabajos que se realizan, se consulta por el titular de la obra, indica que es la Inmobiliaria Alto Volcanes Spa y que esta pertenece a la Inmobiliaria Aconcagua, que el terreno cuenta con varios paños.

Se constata, que la empresa constructora Rio Negro, se encuentran realizando movimiento de tierra para construcción de ambas vías, se informa que el material asociado a la construcción proviene desde el pozo de áridos de la empresa constructora que se encuentra en el sector La Vara, en Puerto Montt. Dicho obras, según lo que indica el Sr. Soto, habrían comenzado en abril de 2021.

Se constata, en ambos bordes de ambas avenidas, un terreno con bosque nativo donde se ha realizado en algunos sectores corte de bosque; en gran parte de la superficie cortada se construye el camino de calle, con doble pista, denominada Bosque Sur que conectara al paño C del terreno el cual tiene un ancho de 20 metros de ancho, y unos 600 mt de largo aproximadamente, y la Avenida el Bosque que se conectará con Avenida Fourcade, el cual tiene 30 metros de ancho y un largo aprox de 800 mt.

Se observa que existe maquinaria pesada operando, esto es 3 excavadoras y 1 retroexcavadora, además de 5 camiones que circulan en la obra. El Sr. Soto indica que la empresa constructora Río Negro fue contratada para realizar los trabajos de urbanización, esto es pavimento, colectores de aguas lluvias, alcantarillado y agua potable; los cuales debieran estar listos para el mes de abril del 2022. En la obra se encuentran trabajando unas 20 personas, lo cuales trabajan de lunes a sábado.

Al recorrer el camino Bosque Sur, el cual se encuentra en construcción, se constata que a orilla de este camino por el lado Oeste, se encuentra un humedal, el cual ha sido intervenido por la construcción de este camino. Se constata la existencia de una tubería que atraviesa por debajo del camino lo cual permite desaguar el agua del humedal, desde el lado este al oeste. Dicho atravieso, según lo indicado por el Sr. Soto, tendría resolución de autorización de la Dirección General de Aguas. En esta área, se observa al lado oeste una demarcación con banderín rojo y al otro lado del camino varias demarcaciones con estacones con banderín.

Así mismo, en gran parte de recorrido de este camino se constata bosque nativo conformado por arboles de gran altura, se observan especies típicas de este bosque como luma, coigue, canelo, fuinque, etc.

En el área del humedal, existen tocones de alerce, **algunos de ellos cortados y extraídos**. Se constata que, entre la orilla del camino por el lado oeste y el humedal, se encuentra material (tierra) removida y acopiada. Al final del camino lado Este, se observa un despeje y corta de vegetación de unos 10 metros aprox. de ancho. Y al frente por el lado Oeste, se constata la presencia de un pequeño sector con características de humedal de unos 50 x 7 mts.

Se recorre el camino Avenida el Bosque, se observa que, para la construcción del camino, debieron rebajar el área, en unos 6 mts aprox., como altura máxima, dicho camino llega finalmente a conectar hasta donde existen actualmente viviendas, del sector de la población Alto La paloma.

Se toman fotografías y se georeferencian puntos.

Los documentos pendientes requeridos en la fiscalización, los cuales deben ser remitidos en un plazo de 5 días hábiles, corresponden a:

- Resumen ejecutivo con el estado actual del proyecto inmobiliario, indicando cada una de sus etapas, N° de viviendas y/o edificios, sus principales hitos y estado de avance, en especial lo referido a la instalación de faenas y/o etapa de construcción.
- Plano general del proyecto (digital), con todas sus etapas, y que identifique, además, cada uno de los edificios y/o viviendas, estacionamientos, locales comerciales, áreas verdes, con indicación de la superficie predial, modalidad de abastecimiento de agua potable y servicio de alcantarillado, superficie total construida, superficie correspondiente a equipamiento, numero de estacionamiento, y punto de descarga de los colectores de aguas lluvias y aguas servidas.
- Copia de los permisos de edificación otorgado por la DOM de Puerto Montt, certificado de las factibilidades de agua potable y alcantarillado, y certificado de informaciones previas.
- Copia del título de dominio del terreno donde se ejecutará el proyecto inmobiliario y resoluciones de la DGA por atraviesos y/o modificaciones de cauce en el sector, particularmente las que dicen relación con el humedal.

Imagen 39: Imágenes de sector inspeccionado, con obra de abovedamiento y encausamiento de estero La Paloma.

<table>
<tr>
<td>
</td>
<td>
</td>
</tr>
<tr>
<td>Fuente: registro propio. Octubre de 2021
Acceso camino inspeccionado</td>
<td>Fuente: David Hinostroza, agrupación Gayi
Acceso al camino y vista encauzamiento y abovedamiento estero La Paloma. Fecha 01.01.2022</td>
</tr>
</table>

Folio007096

V. Conclusiones

En primer término, se detecta una forma de operar por parte de las inmobiliarias en sector Valle Volcanes y Alto La Paloma, que tiende a ejecutar obras y posteriormente solicitar los permisos correspondientes, y en consecuencia no cumplen la normativa ambiental y su espíritu preventivo.

Se detecta un accionar reactivo, tardío y descoordinado por parte de los organismos de administración del estado con competencia ambiental, aún es más, en el único proyecto sometido al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental en el área se detectaron varias deficiencias de evaluación, de diversa índole, incluido el cuestionamiento de calificación favorable y pertinencia de evaluación de Estudio de Impacto Ambiental de la obra.

Por último, estas deficiencias, se expresan en amenazas para el Condominio y sus habitantes, tanto en la seguridad para la vida, salud y patrimonio, así como también una inseguridad en el otorgamiento de autorizaciones para proyectos inmobiliarios colindantes con el Condominio, que prevean la llegada de más de 3.500 casas habitación, proyectos inmobiliarios que en este momento no han acreditado – sin lugar a dudas – que sus obras, partes y acciones conservan el medio ambiente, el entorno natural, sobre todo ecosistemas de alto valor ambiental internacional como son los humedales.

Siguiendo en esta línea, respecto del aumento de proyectos inmobiliarios en el sector sin evaluación ambiental, no se ha previsto los posibles efectos negativos sobre la vialidad urbana, acceso a bienes y servicios de esparcimiento, abastecimiento, salud y otros que actualmente son parte del área geográfica donde se emplaza el condominio.

Así como tampoco se han evaluado los posibles efectos negativos sobre la salud de las personas dada la cantidad de nuevas viviendas que se han proyectado construir en la zona, efectos negativos sobre la salud mental y aumento de estrés producto del aumento de ruidos en períodos de construcción y operación de estos proyectos, aumento del tráfico sobre todo en horas punta, aumento de emisiones atmosféricas producto de sistemas de calefacción, material en suspensión durante etapa de construcción, destrucción de ecosistemas que favorecen la calidad del aire y mantención del balance hídrico y abastecimiento de agua potable de la comuna de Puerto Montt.

<table>
<tr>
<td colspan="2"> </td>
<td>
</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2">Fuente propia: fotografías tráfico vehicular avenidas Michimávida y Tronador, día 04.03.2022 a las 8:15 hr.</td>
<td>Fuente Twitter Seremi de Transporte: tráfico vehicular día 04.03.2022 a las 8:26 hr.</td>
</tr>
</table>

Folio007097

En el caso del aprovisionamiento de agua potable para la comuna de Puerto Montt, la sanitaria local ESSAL declara en 2019 que contabiliza 7.876 clientes (Resolución Exenta 1411, 12 de agosto de 2020 de la Superintendencia de Medio Ambiente), y en julio del año 2019 el Alcalde de Puerto Montt Gervoy Paredes, alcalde de Puerto Montt sostuvo en declaración al Diario La Tercera que *"hace un año ejecutivos de Essal le anticiparon que no ampliarían sus redes. "Esto nos afecta, porque tenemos varios sectores que queremos incorporar de acuerdo al plan regulador, pero en un 60% es un problema ocasionado por el Estado"*.

Esta situación, de acuerdo con el estudio del SERNAGEOMIN *"Geología para el ordenamiento territorial: estudio geoambiental del área Puerto Montt Frutillar, X Región de los Lagos"* del año 2000, da cuenta que el área de los humedales de los sectores de valle volcanes y alto La Paloma, son puntos de alta vulnerabilidad del acuífero, y que intervenirlos implican un riesgo para las captaciones de aguas subterráneas en explotación por contaminación, ya que son puntos de captación de agua potable, más importante aún se amenaza el aprovisionamiento de agua potable y consecuentes efectos sobre la salud humana, ya que cuarta terraza y específicamente los humedales ubicados en sectores de valle volcanes y alto la paloma, corresponden a una ***zona de escurrimiento preferencial de aguas subterráneas hacia el punto de captación de abastecimiento de agua potable de la sanitaria*** (ubicado en avenida Sargento Silva) desde donde se abastece la población urbana de la comuna de Puerto Montt, incluido el condominio.

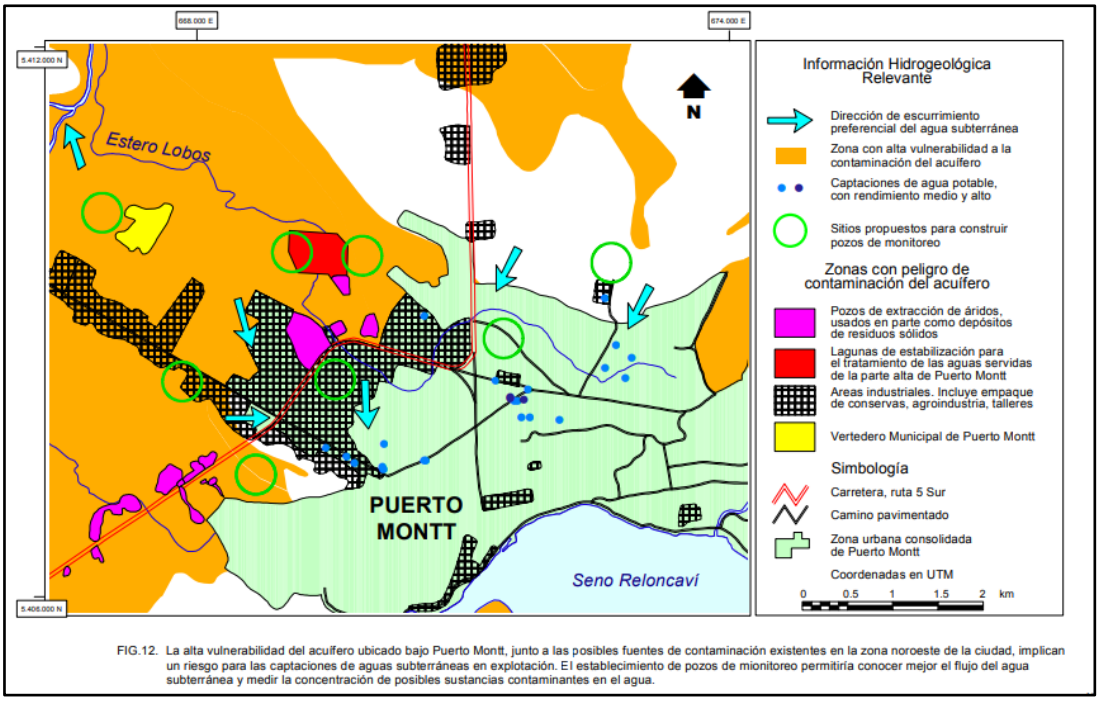


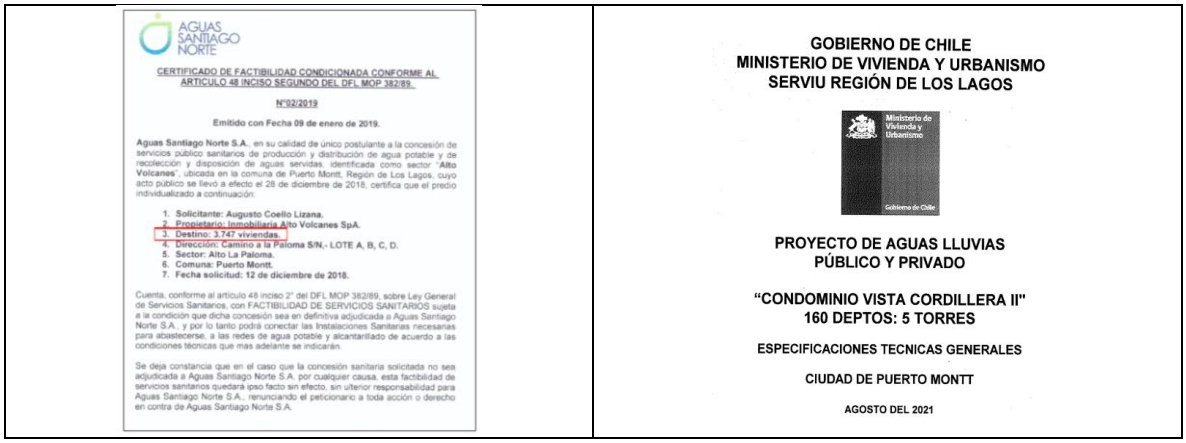
FIG.12. La alta vulnerabilidad del acuífero ubicado bajo Puerto Montt, junto a las posibles fuentes de contaminación existentes en la zona noroeste de la ciudad, implican un riesgo para las captaciones de aguas subterráneas en explotación. El establecimiento de pozos de mionitoreo permitiría conocer mejor el flujo del agua subterránea y medir la concentración de posibles sustancias contaminantes en el agua.

Fuente: lámina pág. 12 de *"Geología para el ordenamiento territorial: estudio geoambiental del área Puerto Montt Frutillar, X Región de los Lagos"* del año 2000, Sernageomin.

Por último, la amenaza que representan los cambios en el sistema hídrico que rodean al condominio abordados en el estudio de red hídrica del condominio Alto del Bosque, Puerto Montt y presente informe, se suma la instalación de sanitaria para abastecimiento de agua potable y alcantarillado Aguas Santiago Norte, que podría generar olores molestos y contaminación de las aguas de humedales y cambios significativos cauce natural Río Arenas.

Fuente: elaboración propia. En verde se destaca al Condominio y el rosa el área de cobertura de la sanitaria.

El proyecto de la sanitaria Aguas Santiago Norte se encuentra con factibilidad para abastecer a 3.747 unidades habitacionales, sin embargo, no cuenta con autorización por parte de la Dirección General de Aguas para intervenir el río Arenas, lugar donde se proyecta emplazar, aunque sí cuenta con autorizaciones parciales por parte del Serviu, en algunos conjuntos habitacionales, como se puede verificar en documentación obtenida por GAYI, a través de consultas a servicios públicos mediante transparencia.



AGUAS SANTIAGO NORTE

CERTIFICADO DE FACTIBILIDAD CONDICIONADA CONFORME AL ARTICULO 48 INCISO SEGUNDO DEL DFL MOP 382/89.

N°02/2019

Emitido con Fecha 09 de enero de 2019.

Aguas Santiago Norte S.A. en su calidad de único postulante a la concesión de servicios público sanitarios de producción y distribución de agua potable y de recolección y disposición de aguas servidas, identificada como sector "Alto Volcanes", ubicada en la comuna de Puerto Montt, Región de Los Lagos, cuyo acto público se llevó a efecto el 28 de diciembre de 2018, certifica que el predio individualizado a continuación:

1. Solicitante: Augusto Coello Lizana.
2. Propietario: Inmobiliaria Alto Volcanes SpA.
3. Destino: 3.747 viviendas.
4. Dirección: Camino a la Paloma S/N,- LOTE A, B, C, D.
5. Sector: Alto La Paloma.
6. Comuna: Puerto Montt.
7. Fecha solicitud: 12 de diciembre de 2018.

Cuenta, conforme al artículo 48 inciso 2° del DFL MOP 382/89, sobre Ley General de Servicios Sanitarios, con FACTIBILIDAD DE SERVICIOS SANITARIOS sujeta a la condición que dicha concesión sea en definitiva adjudicada a Aguas Santiago Norte S.A., y por lo tanto podrá conectar las Instalaciones Sanitarias necesarias para abastecerse, a las redes de agua potable y alcantarillado de acuerdo a las condiciones técnicas que mas adelante se indicarán.

Se deja constancia que en el caso que la concesión sanitaria solicitada no sea adjudicada a Aguas Santiago Norte S.A. por cualquier causa, esta factibilidad de servicios sanitarios quedará ipso facto sin efecto, sin ulterior responsabilidad para Aguas Santiago Norte S.A., renunciando el peticionario a toda acción o derecho en contra de Aguas Santiago Norte S.A.

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO
SERVIU REGIÓN DE LOS LAGOS

PROYECTO DE AGUAS LLUVIAS
PÚBLICO Y PRIVADO

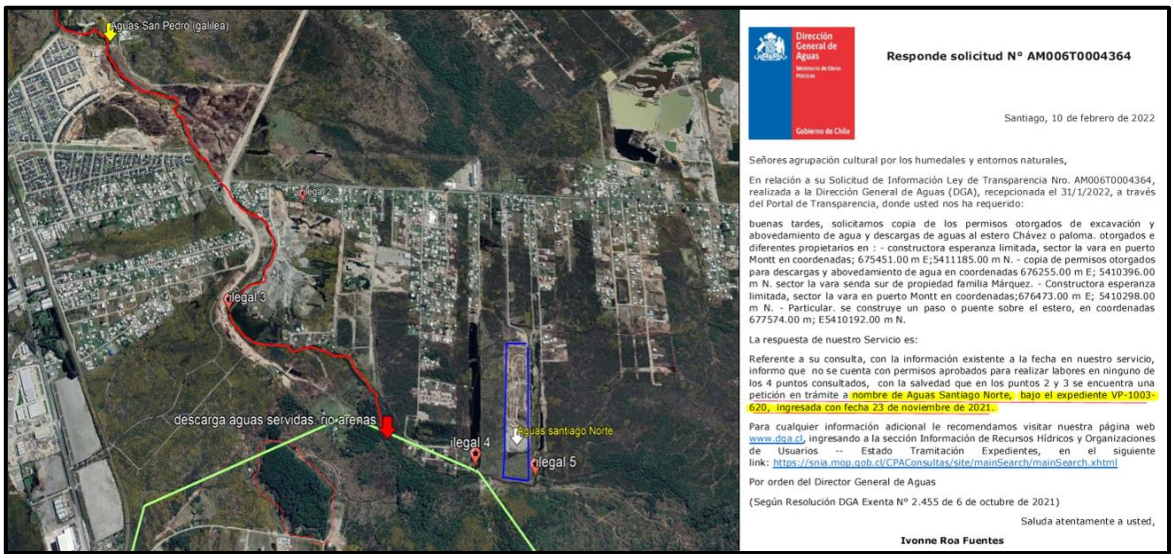
"CONDOMINIO VISTA CORDILLERA II"
160 DEPTOS: 5 TORRES

ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES

CIUDAD DE PUERTO MONTT

AGOSTO DEL 2021

Fuente: elaboración propia. Consulta realizada por GAYI en 2021 y 2022.



Fuente: elaboración propia. Consulta realizada por GAYI a la DGA en febrero de 2022.

El desarrollo inmobiliario alrededor y colindante al Condominio, además de las amenazas y efectos ya descritos, involucran además un aumento en el riesgo de ocurrencia de remoción en masa, por desprendimientos desde la ladera y meseta superior de Alto La Paloma, como se verifica en Informe de riesgos que se acompaña al presente estudio.

Lo más llamativo, una vez finalizado la presente investigación, es la gran descoordinación de los servicios públicos que, mediante sus acciones y actos administrativos, eventualmente pueden ser catalogados como desacato a la normativa ambiental, tiene como consecuencias facilitar el deterioro ambiental de la comuna y ponen en riesgo la salud y bienestar de sus habitantes.

Al respecto, los actos administrativos más cuestionables corresponden a la Dirección de Obras del Municipio de Puerto Montt, que actúa de oficio otorgando autorizaciones sin considerar el sistema de evaluación ambiental y repetitivamente en descoordinación con los organismos de administración del Estado con competencia ambiental, según lo ha identificado también la Corte Suprema de Chile, en fallos relativos a intervenciones por parte de inmobiliarias en humedales Llantén y Artesanos de la comuna de Puerto Montt.

Lo mismo ocurre con el Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental de Los Lagos, servicio que a la fecha tiene en evaluación cinco proyectos inmobiliarios este año, además de un proyecto desistido el año pasado, según consta en página de evaluación ambiental del servicio www.e-seia.c

Por otra parte, cabe indicar, que a la fecha no se encuentra el expediente electrónico portal de denuncias de la SMA, del caso aquí analizado en punto 4.6 del presente informe, lo que también se expresa en un perjuicio para las comunidades o personas que requieran acceso a información actualizada de su sector.

Resultados de la Búsqueda

Proyectos encontrados: 11
Monto inversión proyectos encontrados: 212,943 Millones de dolares
Número de Paginas: 1

Nueva búsqueda

Nº	Nombre	Tipo	Región	Titular	Inversión (MMU$)	Fecha Presentación	Estado
1	Portal Mirador de Tenglo	DIA	Décima	Inmobiliaria Casa Activa ltda	20,666	18/01/2022	En Calificación
2	Senderos de Tenglo	DIA	Décima	Ulmo Consultores S.A.	16,201	27/12/2021	En Calificación
3	Edificio Metropolitano	DIA	Décima	Inmobiliaria Buin SPA	60,780	04/11/2021	En Calificación
4	Portal del Sur VI	DIA	Décima	INMOBILIARIA POCURO SUR SPA	7,200	29/10/2021	En Calificación
5	Proyecto Habitacional \"Los Avellanos\"	DIA	Décima	Constructora Noval Limitada	16,069	14/06/2021	En Calificación
6	Condominio D.S. 19 Alto Mirador 4 y 5	DIA	Décima	Inmobiliaria y Constructora IC Veinte SpA	20,732	17/03/2021	Desistido
7	Construcción Cementerio General Lagunitas, Puerto Montt	DIA	Décima	Ilustre Municipalidad de Puerto Montt	1,647	20/10/2017	Desistido
8	CONSTRUCCIÓN CEMENTERIO GENERAL LAGUNITAS, PUERTO MONTT	DIA	Décima	Ilustre Municipalidad de Puerto Montt	1,647	09/05/2017	No Admitido a Tramitación
9	Nuevo Colegio San Francisco Javier de Puerto Montt (e-seia)	DIA	Décima	Fundación Educacional Alonso Ovalle	17,000	25/03/2009	Desistido
10	CONJUNTO HABITACIONAL PARQUE LA LAGUNA, PUERTO MONTT (e-seia)	DIA	Décima	INMOBILIARIA SOCOVESA S.A.	50,000	30/09/2005	Desistido
11	LOTEO INDUSTRIAL CARDONAL KM 3 (e-seia)	DIA	Décima	Jaime Sanz Bahamonde	1,000	20/04/2005	Desistido

Fuente: página del Servicio de evaluación ambiental.

Destacan los proyectos, "proyecto habitacional Los Avellanos" y "Condominio DS. 19 Alto Mirador 4 y 5", ya que ambos proyectos inmobiliarios se emplazan y afectan directamente humedales urbanos de la comuna de Puerto Montt.

En este sentido, no sólo los organismos públicos que hayan otorgado autorizaciones sectoriales para el desarrollo de estos proyectos, como el Servicio de Vivienda y Urbanismo o la Dirección de Obras Municipales de la I. Municipalidad de Puerto Montt, han omitido esta jurisprudencia, especialmente, el Servicio de Evaluación Ambiental al no considerar los fallos de la corte que se basan en literal d) de la LBMMA, y en consecuencia, este servicio, debiese dar término anticipado del procedimiento de evaluación ambiental, en base a lo dispuesto en artículo 48 del D.S. N°40/2012, del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), que aprueba el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA), el cual establece que se debe dar ***término anticipado del procedimiento***, de acuerdo con lo estipulado en cuarto párrafo: *"Para los efectos del presente artículo se entenderá que la Declaración carece de información relevante para su evaluación cuando no se describen todas las partes, obras o acciones del proyecto o actividad sometido al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, o sus distintas etapas; y se entenderá que carece de información esencial para su evaluación, cuando, sobre la base de los antecedentes presentados, no es posible determinar la inexistencia de efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la ley"*.

El Artículo 11 Ley 19.300 modificada por Ley 20.417/2010, literal d) señala: *"Localización en o próxima a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos, glaciares y áreas con valor para la observación astronómica con fines de investigación científica, susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar"*.

Este argumento ya ha sido esgrimido en fallos judiciales de proyectos inmobiliarios en la ciudad de Puerto Montt: Sentencia del 2021 de la Corte Suprema (causa rol 21.970-2021), proyecto inmobiliario emplazado en humedal urbano Artesano de Alerce y la sentencia del año 2018, también

de la Corte Suprema (causa Rol Nº 118- 2018), proyecto inmobiliario emplazado en humedal urbano Llantén.

Cabe destacar que tanto en los casos de humedal Artesanos de Alerce y Llantén, al momento de ambas sentencias, ninguno de los dos humedales se encontraba reconocido oficialmente como Humedal Urbano.

Para el caso del proyecto actualmente en evaluación ambiental: Proyecto habitacional Los Avellanos", éste se encuentra emplazado en humedal urbano Mar y Cielo, además cercano – dentro del área de influencia – el humedal río negro, ambos incluidos en la solicitud de declaratoria de humedal propuesta por el Municipio de Puerto Montt y admitidos a trámite por el Ministerio de Medio Ambiente.

Fuente: pág. 77 DIA "proyecto habitacional Los Avellanos", expediente electrónico https://seia.sea.gob.cl/archivos/2021/06/03/DESCRIPCION_DE_PROYECTO.pdf

Fuente: elaboración propia en base a la cartografía del expediente digital de humedales del Ministerio de Medio Ambiente, https://humedaleschile.mma.gob.cl/procesos-desde-municipios/

Revisado el expediente electrónico de este proyecto, el pronunciamiento de la SEREMI de Medio ambiente, si bien es con observaciones, no solicita la evaluación del proyecto como EIA en base a la afectación de los humedales urbanos, ni tampoco hace referencia a la acreditación de la Ley 21.202/2020 sobre humedales y su respectivo reglamento, aunque sí lo hace el Municipio en esta ocasión en su informe mediante Ord.901 de julio de 2021, el SEA Los Lagos en su Informe Consolidado de Solicitud de Aclaraciones, Rectificaciones y/o Ampliaciones (ICSARA) a la Declaración de Impacto Ambiental del Proyecto "Proyecto Habitacional "Los Avellanos", de fecha 21 de julio de 2021, solicita aclaraciones y ampliación de información referente a la acreditación de la no afectación de los humedales, y no actúa en concordancia con la solicitud de evaluación como EIA por parte del municipio. Asimismo, el SEA no incluye en la distribución de evaluación de la DIA a CONAF, facultado por la Ley 20.2083/2009 Ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal, del Ministerio de Agricultura, y su DS.82/2010 Reglamento de Suelos, Agua y Humedales, normativa destinada a velar por la protección y conservación de los humedales:

Ley 20.2083/2009, entre sus Objetivos está la protección, recuperación y el mejoramiento de los bosques nativos, con el fin de asegurar la sustentabilidad forestal y la política ambiental. Establece expresamente en su art.17:

Prohíbase la corta, destrucción, eliminación o menoscabo de árboles y arbustos nativos en una distancia de 500 metros de los glaciares, medidas en proyección horizontal en el plano. El Reglamento normará la protección de suelos, cuerpos y cursos naturales de agua, teniendo, a lo menos, los siguientes criterios centrales: la pendiente, la pluviometría, la fragilidad y erodabilidad de los suelos; el nivel de saturación de los mismos y la flotación de los equipos de madereo. En el caso de protección de los cursos naturales de agua considerará además el tamaño de la cuenca, el caudal y su temporalidad. De la misma forma, el Reglamento determinará la normativa para la protección de los humedales declarados Sitios Prioritarios de Conservación, por la Comisión

Folio007103

Nacional del Medio Ambiente, o sitios Ramsar, debiendo considerar los criterios señalados en el inciso anterior, así como también los requerimientos de protección de las especies que lo habitan. Asimismo, dicha normativa deberá responder a las especificidades regionales.

En el caso del proyecto Condominio Mirador 4 y 5, se reiteran las mismas faltas administrativas, ya que no se exige evaluación del proyecto como EIA, y los servicios con competencia ambiental actúan de manera descoordinada, y aún más, se permite por parte de la Municipalidad en avance de obras aun cuando el proyecto no cuenta con calificación ambiental favorable. Ambos proyectos Los Avellanos y Condominio Mirador 4 y 5, se encuentran con procesos judiciales demandados por organizaciones civiles que ven vulnerados sus derechos ambientales.

Ambos proyectos aquí mencionados, aunque fuera del área de influencia del Condominio dan cuenta que el patrón se repite, es decir, las autoridades no se coordinan, no aplican la legislación vigente y los proyectos terminan en causas judiciales, que finalmente no entregan protección ni conservación del medio ambiente y se vulneran los derechos ambientales de las comunidades afectadas.

AMBYTER CONSULTORES

Informe preparado por,
Consultora Ambiente y Territorio E.I.R.L.
Rut: 76.732.500 – 2
Marzo – 2022

Bibliografía

1. Resoluciones de la Dirección General de Aguas, como resultado de las denuncias de GAYI:

- Resolución DGA Exenta. N° 664 año 2019. Aplica multa a Inmobiliaria el Olmo S.A. por modificar completamente cauce que desagua laguna.
- Resolución DGA Exenta. N° 135 año 2020. Acoge denuncia y aplica multa por el cambio de trazado y regularización de cauces naturales mediante la construcción de una zanja o cauce artificial.
- Resolución DGA Exenta. N° 210 año 2020. Acoge denuncia y aplica multa por construir pretil en cauce que interrumpe la línea de flujo natural.
- Resolución DGA Exenta. N° 292 año 2020, Acoge denuncia y aplica multa por ejecución de obra de abovedamiento de cauce de aguas corrientes correspondiente a desagüe de laguna Mansa.
- Resolución DGA Exenta. N° 412 año 2020. Aprueba proyecto de modificación de cauce natural a Inmobiliaria Rossan Ltda. Descarga de aguas lluvia para un caudal de 325 l/s proveniente de un estanque de regulación de 900 m3.
- Resolución DGA Exenta N° 521, agosto de 2021. No acoge denuncia por obras no autorizadas en cauces.

2. Revisión de expedientes electrónicos del Servicio de Evaluación Ambiental

- Expediente: “Modificación de cauce Alto La Paloma”, año 2018.
- Expediente: Proyecto "Condominio D.S. 19 Alto Mirador 4 y 5", año 2021.
- Expediente “Proyecto habitacional Los Avellanos”, año 2022.

3. Revisión de estudios ambientales

- *“Geología para el ordenamiento territorial: estudio geoambiental del área Puerto Montt Frutillar, X Región de los Lagos”* del año 2000, Sernageomin.
- Ordenanza Local, Resumen ejecutivo y planimetría de Plan Regulador Comunal vigente y PRC en consulta.
- Plan maestro de evacuación y drenaje de aguas lluvias de Puerto Montt, X Región, Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Obras Hidráulicas, año 2002.
- *“Elaboración de expediente de humedales urbanos de Puerto Montt de acuerdo con la Ley N°21.202”* realizado por el centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile Universidad de concepción, octubre 2021.
- Catastro de remociones en masa de la provincia de Llanquihue, Región de Los Lagos. Sernageomin 2018.
- Peligros Geológicos por Remociones en Masa en el Área Urbana De Puerto Montt, Región De Los Lagos, Chile. Año 2008.
- Informe Final, Estudio de Riesgos y Protección Ambiental del Área Urbana De La Comuna De Puerto Montt. Sernageomin, año 2016.

- Estudio análisis y proposición de fijación de deslindes de varios cauces de Puerto Montt: Esteros Garzas, Pelúes y La Paloma y finalización del estero Pichipelluco. Resumen ejecutivo, etapa 6. Dirección de Obras Hidráulicas Los Lagos, año 2012.

4. Normativa y jurisprudencia consultada

- Ley 19.300/1994 sobre bases generales del Medio Ambiente, Ministerio Secretaría General de la presidencia. Modificada por Ley 20.417/2010, del Ministerio de Medio Ambiente.
- DS.40/2012 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, del Ministerio de Medio Ambiente.
- D.S. Nº 490, de 1974, del Ministerio de Agricultura.
- D.S. Nº 43, de 1990, del Ministerio de Agricultura.
- D.S. Nº 13, de 1995, del Ministerio de Agricultura.
- D.S. N° 531, de 1967, del Ministerio de Relaciones Exteriores, Convención para la Protección de la Flora, Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América.
- DS.24/2021 Ministerio de Medio Ambiente, Declara zona saturada por material particulado MP2,5 como concentración de 24 horas, a la comuna de San Pablo, de la Región de los Lagos y a la macrozona centro-norte de la Región de Los Lagos.
- Instructivo del Servicio de Evaluación Ambiental, Dirección Ejecutiva. Año 2022, Imparte instrucciones en relación a la aplicación de los literales p) y s) del artículo 10 de la Ley N° 19.300.
- Sentencia del año 2017, Corte Suprema Avda. Horton (causa ROL 18.218 – 2017), proyecto inmobiliaria Socovesa S.A.
- Sentencia del año 2018, Corte Suprema (causa Rol Nº 118- 2018), proyecto inmobiliario emplazado en humedal urbano Llantén.
- Sentencia del 2021 de la Corte Suprema (causa rol 21.970-2021), proyecto inmobiliario emplazado en humedal urbano Artesanos de Alerce.
- Fallo recurso de protección, año 2022 ROL Protección N°1362-2021, proyecto habitacional Los Avellanos.
- Demanda por daño ambiental, ante Tribunal Ambiental de Valdivia, sector Alto La Paloma ROL D72-2021.

Páginas web visitadas:

- https://seia.sea.gob.cl/expediente/expedientesEvaluacion.php?modo=ficha&id_expediente=2151119936

- https://humedaleschile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/11/Cartografia_H._Antinir

- http://transparencia.puertomonttchile.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=212&Itemid=333

- http://www.umag.cl/vcm/?p=45022

- https://transparencia.sma.gob.cl/doc/resoluciones/RESOL_EXENTA_SMA_2020/RESOL%20EXENTA%20N%201411%20SMA.PDF

- https://www.latercera.com/la-tercera-pm/noticia/el-otro-drama-de-essal-inmobiliarias-congelan-inversiones-por-deficit-en-redes-de-aguas-lluvias/742845/

- https://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1368741650LibroLey_Bosque_NativoReglamentos.pdf

INFORME POCURO

Presente informe ha sido preparado con el propósito de evidenciar fundadamente, con prueba documental, normativa, bibliográfica y de terreno sobre la afectación negativa de los componentes suelo, agua, vegetación y fauna en estero La Paloma y Humedal urbano Valle Volcanes de la comuna de Puerto Montt, realizado por acciones imputadas y ejecutadas en el proyecto inmobiliario Vista Cordillera, con infracción a normas legales o reglamentarias urbanísticas y sobre protección, preservación o conservación ambiental aplicables.

Este proyecto inmobiliario se compone de 3 etapas, las cuales se identifican en figura 1 emplazamiento del proyecto.

Imagen 1: Mapa emplazamiento Proyecto Vista Cordillera, Inmobiliaria Pocuro SpA, sector Valle Volcanes comuna de Puerto Montt

fuente: elaboración propia.
https://drive.google.com/file/d/1fJyO7TPDl6jx62Nftq9pOw9nFM9rsXEe/view?usp=drive_link

1. **Componente suelo:**

El día 30 de julio de 2020 (registro N° 02 que se acompaña) vecino registra en vídeo el inicio de las obras del proyecto. En el video podemos reconocer que la empresa Pocuro realiza escarpe del terreno con maquinaria pesada, podemos identificar que esta área posee vegetación hidrófita.

El escarpe corresponde a la remoción total de la capa vegetal del suelo, el cual, junto con el agua, biodiversidad, etc. Son atributos de los humedales en donde ocurren procesos que permiten que el humedal desempeñe funciones tales como control de inundaciones, amortiguación frente a crecidas de ríos y eventos de tsunami en territorios costeros. Además, cumplen la importante función de retener nutrientes (Conservación de humedales: un análisis de temas de actualidad y acciones necesarias. (1992). España: UICN, Unión Mundial para la Naturaleza). En consecuencia, **el daño ambiental asociado a este componente es la pérdida total de vegetación que sustenta el suelo y conjuntamente se presenta pérdida total de biodiversidad en la zona de escarpe**, debido a la conexión hídrica y ecosistémica, que genera las condiciones de conectividad de este sistema hídrico-*vegetacional*, las cuales son parte del del ecosistema de especies nativas del patrimonio natural local. Estas zonas corresponden a las etapas I y II del proyecto cordillera, es decir 2/3 del total de la superficie del proyecto. Además de la pérdida de biodiversidad se tiene el efecto de **impermeabilización de suelo** producto de la urbanización y pavimentación realizada hasta este momento en el proyecto Cordillera, lo que conlleva a la pérdida de suelo por emplazamiento de obras, pérdida de su capacidad para sustentar biodiversidad por degradación, pérdida de su capacidad para sustentar biodiversidad por erosión, pérdida de su capacidad para sustentar biodiversidad por impermeabilización.

La presencia de vegetación hidrófita y de suelo saturado – dos de los tres criterios técnicos que definen un humedal – es ratificada en visita de terreno por profesionales del Ministerio de Medio ambiente durante el proceso de participación ciudadana y revisión de delimitación de humedal Valle Volcanes, según consta en expediente de declaratoria del humedal[1] en página 2, folio 650 – 653 Informe terrenos 18.06.21 y 26.08.21, cuyo registro fotográfico georreferenciados de los puntos identificados como Punto 5 y Punto 6 se encuentran dentro del polígono del proyecto cordillera:

[1] https://humedaleschile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/11/Cartografia_H._Valle_Volcanes.pdf

"***Punto 5*** *Se observa presencia de suelo saturado con vegetación hidrófita con especies de Juncos sp. (especie helófita, anfibia) y de Blechnum chilensi "Costilla de Vaca" (especie helófita, anfibia) y Juncos sp.* ***Criterio de delimitación registrado:*** *Régimen hidrológico y vegetación hidrófita."*	"***Punto 6*** *Se observa suelo saturado de agua, con presencia de vegetación hidrófita de la especie Blechnum chilensis "Costilla de Vaca" (especie helófita, anfibia).* ***Criterio de delimitación registrado****: Régimen hidrológico y vegetación hidrófita".*

Imagen 2: según consta en expediente de declaratoria del humedal[2] en página 2, folio 650 – 653 Informe terrenos 18.06.21 y 26.08.21

El suelo sobre el cual se ha erguido el proyecto Cordillera corresponde a un suelo tipo Ñadi: sistemas con suelos delgados, saturados o anegados sólo en invierno, poseen una capa de fierrillo impermeable entre el suelo orgánico y el sustrato de ripio. Se localizan en la depresión intermedia del centro sur de Chile. Poseen una diversidad pobre (definición Ramsar https://humedaleschile.mma.gob.cl/ecosistemas/humedales/). En expediente de declaratoria de humedal, además de los informes en terreno realizados por el Ministerio de Medio Ambiente se identifican criterios de delimitación, también en los expedientes 3° y 7° de "Diagnóstico, caracterización, propuesta de conservación y plan de manejo de humedales en la zona urbana de Puerto Montt" (Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile Universidad de Concepción, año 2018) se identifica en áreas

[2] https://humedaleschile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/11/Cartografia_H._Valle_Volcanes.pdf

actualmente denominada Humedal Valle Volcanes la práctica de extracción irregular de turba, la cual se encuentra únicamente en humedales.

De hecho, el estudio "Mecánica de suelos del conjunto habitacional vista cordillera diagonal laguna 1 s/n Valle Volcanes Puerto Montt" realizado por Geocav Ltda., para Inmobiliaria Pocuro SpA, en octubre de 2019, se describe características del suelo, señalando en Tabla N°1 pág. 7 – 20, Modelo estratigráfico: *"Se detectan filtraciones superficiales y nivel freático a 2,4m, aproximadamente. Se desconoce variaciones estacionales de estos niveles"*. Lo cual es congruente con tipo de suelo Ñadi.

El detalle se muestra en Tabla 4 del informe de la mecánica de suelos, la cual además contiene una nota que da cuenta de la detección de aguas a poca profundidad: "*Se deberán considerar, potencialmente, faenas de agotamiento del agua detectada en la exploración durante el movimientos de tierras. Esto se podrá realizar a través de zanjas recolectoras de descarga gravitacional y eventualmente pozos de bombeo."*

Tabla N° 4.- Profundidad de detección del Horizonte H-3 grava o arena gravosa para apoyo de fundaciones.

Pozo N°	Profundidad del pozo [m]	Profundidad de la grava o arena [m]	Agua detectada Profundidad [m]
1	3,0	1,0	--
2	3,0	1,2	0,6
3	5,0	1,4	2,3
4	3,5	1,3	1,1
5	3,2	1,0	0,8
6	3,0	1,2	1,2
7	3,0	1,4	2,4
8	3,1	1,1	0,9
9	3,4	1,0	1,0
10	3,0	1,2	2,4
11	3,0	1,2	2,6
12	3,1	1,0	1,5
13	3,2	1,3	1,1
14	3,0	1,0	1,2

NOTA.- Se deberán considerar, potencialmente, faenas de agotamiento del agua detectada en la exploración durante el movimientos de tierras. Esto se podrá **realizar** a través de zanjas recolectoras de descarga gravitacional y eventualmente pozos de bombeo.

Imagen 3: Tabla N°4 Profundidad de detección del Horizonte H-3 grava o arena gravosa para apoyo de fundaciones. Mecánica de suelos Proyecto Cordillera, año 2019.

El hecho de que se requiera considerar ***faenas de agotamiento del agua*** en el suelo, da cuenta nuevamente a que nos encontramos en un suelo de mal drenaje correspondiente a humedal urbano.

El día 21 de septiembre de 2020, en diario de circulación regional la Dirección de obras municipales del Municipio de Puerto Montt, descarta explícitamente que Inmobiliaria Pocuro SpA cuente con permisos para ejecutar obras o construcción, ya que sólo cuenta con aprobación de anteproyectos en sector de Valle Volcanes.

En la Dirección de Obras Municipales ratificaron que "no existen permisos de construcción otorgados para el sector, así como tampoco permisos de obras preliminares en el sector Valle Volcanes, al final de calle Cerro Tronador".

En el informe del departamento, solicitado por el alcalde Paredes, se expresa "la Inmobiliaria Pocuro Sur Spa, cuenta con 3 anteproyectos aprobados por esta DOM, con los números 37,38 y 39 de fecha 14.11.2019, para el Rol 2191-7, Dirección Diagonal Laguna 1 S/N, los cuales se encuentran vigentes. Dichos anteproyectos NO dan permiso a Inmobiliaria Pocuro Sur Spa a realizar obras o iniciar obras preliminares".

Imagen 4: texto Diario el Llanquihue, 21 septiembre 2020

Esta información es ratificada mediante carta N°776 de fecha 06 de octubre del 2020 dirigida a la Agrupación cultural por los humedales y entornos naturales, indicando además que la solicitud para permiso de edificación se encuentra con observaciones y la solicitud de obras preliminares se encuentra en revisión.

- El marco normativo para la vigencia del Permiso de Edificación se encuentra **regulado en el art. 1.4.17. de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones** (OGUC):

  "Artículo 1.4.17. El permiso caducará automáticamente a los tres años de concedido si no se hubieren iniciado las obras correspondientes o si éstas hubieren permanecido paralizadas durante el mismo lapso. Una obra se entenderá iniciada

*una **vez realizados los trazados y comenzadas las excavaciones** contempladas en los planos del proyecto."*

- Aplica Circular D.D.U. 156 DE FECHA 21-11-05: *las Direcciones de Obras Municipales deben requerir la calificación ambiental favorable **sólo en forma previa a la Recepción definitiva de las obras,** por cuanto la solicitud y otorgamiento del permiso no significa obligadamente su construcción inmediata. Sin perjuicio de esto, **en el caso de requerir DIA, se debe contar con su calificación debe ser favorable antes de iniciar las obras**.*

A octubre del año 2020 Pocuro NO cuenta con autorización siquiera para obras preliminares – como excavación o escarpe – sin embargo, se iniciaron excavaciones y escarpe en mayo de ese mismo año, y actualmente ya se tienen obras de urbanización y edificación en al menos 1/3 del proyecto.

El alcance del daño ambiental al suelo por pérdida de capa vegetal, pérdida de biodiversidad e impermeabilización se encuentra en el área del proyecto, sin embargo, no ha sido posible cuantificar cuantitativamente los efectos negativos de esta pérdida en el humedal valle volcanes para el ecosistema y correspondientes servicios ecosistémicos principalmente de regulación hídrica y biodiversidad presente.

2. Componente agua:

Como consta en informe preparado por Consultora Ambiente y Territorio de revisión documental y visitas a terreno en punto 4.5.7 pág.66 se describen las intervenciones al régimen hidrológico ejecutadas por Pocuro durante el año 2021, se construyó un dren tipo canal en todo el perímetro de la faena, con el objeto probablemente de profundizar el nivel de saturación del suelo. Por otro lado, en el perímetro interno de la faena se rellenó y encauzaron las aguas del humedal hacia el extremo noroeste. A pesar de los esfuerzos de secar el terreno, la faena mantiene espejos de agua que desaguan actualmente al humedal contiguo, conocido como los patos, que colinda con el Estero La Paloma al lado de bosque vecino al lugar. En tanto, la canalización por el perímetro de la faena, que colecta las aguas también se deriva al bosque primero y luego al mismo humedal. Las coordenadas referenciales UTM (m) en el DATUM WGS 84, Huso 18, del humedal son Este: 675.790 y Norte: 5.408.488.

Agrupación cultural por los humedales y entornos naturales ingresa Denuncia 15 de marzo de 2021 ante la DGA y, en febrero 2021 ingresa denuncia a SMA, en relación con las modificaciones de cauces en el sector y **no fueron acogidas** por la DGA, según

consta en resolución exenta N°558 de la DGA de agosto de 2021. La visita del inspector se realizó 15 días después de los hechos sin lluvias por lo que no reconoció que las aguas estaban siendo derivadas y descargadas al estero la paloma.

El 04 de junio de 2021 Agrupación cultural por los humedales y entornos naturales ingresa nueva denuncia en la DGA[3] sobre drenaje de laguna denominada "Laguna Los Patos", y el 11 de junio ingresa denuncia de drenajes y modificación de cauce estero la paloma. El 14 de julio de 2021 la SMA inspecciona el proyecto Cordillera de inmobiliaria Pocuro SpA y queda registro en acta de inspección presencia de canales de drenajes. De lo cual se tiene el siguiente registro fotográfico.

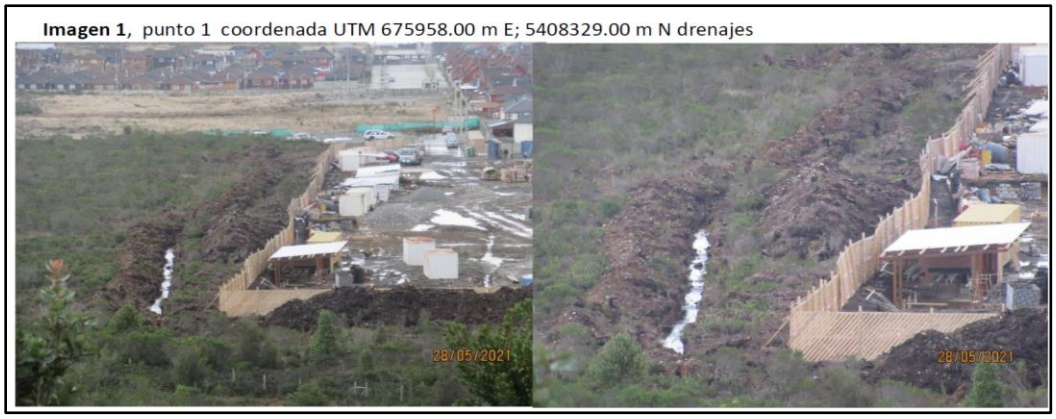


Imagen 5: registro fotográfico denuncia 04 de julio 2021 de Agrupación cultural por los humedales y entornos naturales

Imagen 6: registro fotográfico denuncia 04 de julio 2021 de Agrupación cultural por los humedales y entornos naturales

[3] Expediente de fiscalización FD 1003 – 218, Dirección General de Aguas Región de Los Lagos.

Imagen 7: registro fotográfico denuncia 04 de julio 2021 de Agrupación cultural por los humedales y entornos naturales

Imagen 8: registro fotográfico denuncia 04 de julio 2021 de Agrupación cultural por los humedales y entornos naturales

Lote 3B de Pocuro SpA colinda con los terrenos de inmobiliaria Rossan Ltda. y laguna los patos, en polígono de proyecto Cordillera cuyas aguas son derivadas al Estero La Paloma:

Coordenada UTM 675958.00 m E; 5408329.00 m N se identifican zanjas de drenaje; En coordenadas UTM 675769.00 m E; 5408399.00 m N, drenaje con descarga a estero la paloma; En coordenada UTM 675799.00 m E; 5408181.00 m N descarga aguas sumidero aguas lluvias. Que descarga al estero la paloma; Y, en estero la paloma coordenada UTM 675035.65 m E; 5408595.98 m N. Se identificaron aguas provenientes desde punto UTM 675799.00 m E; 5408181.00 m coordenadas al interior del polígono del proyecto Cordillera.

El progreso de estas modificaciones hidrológicas en esta área se ha registrado con fotografías y video[4] en Informe de Consultora Ambiente y Territorio en pág.66 a pág.69, evidenciando obras de drenaje y el daño progresivo sobre el humedal urbano:

Drenes y faenas en humedal Los Patos continuo al Estero La Paloma.

Imagen 9: Drenes y faenas en humedal Los Patos al Estero La Paloma

Fuente: Aguirre Joaquín, Estudio de red hídrica Condominio Alto del Bosque de Puerto Montt, Impactos ocasionados y riesgos de inundación, producto de las alteraciones a las cuales se ha sometido a la red de humedales y efluentes que alimentan al estero La Paloma - 2022.

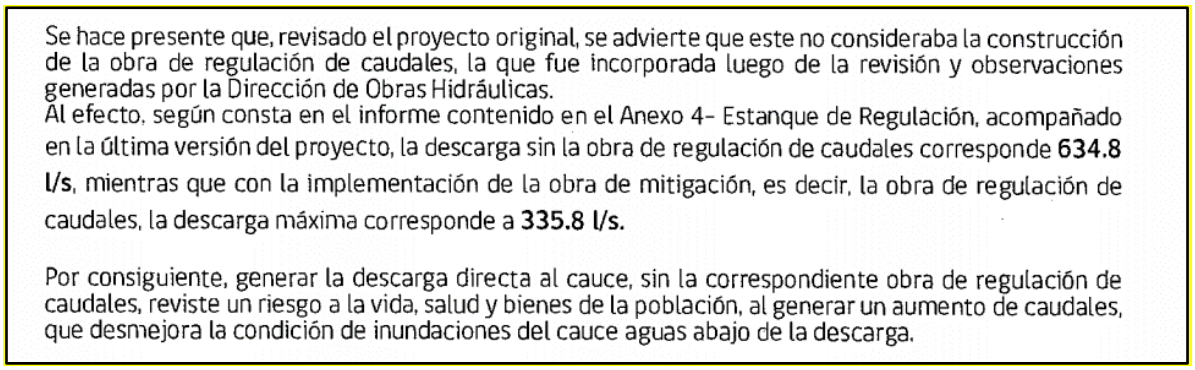
[4] https://youtu.be/TUnjn400Gmo

Drenes y faenas en humedal Los Patos continuo al Estero La Paloma. Fotos: Agrupación Gayi, junio 2021

Imagen 10: Drenes y faenas en humedal Los Patos continuo al Estero La Paloma
Fuente: Aguirre Joaquín, Estudio de red hídrica Condominio Alto del Bosque de Puerto Montt, Impactos ocasionados y riesgos de inundación, producto de las alteraciones a las cuales se ha sometido a la red de humedales y efluentes que alimentan al estero La Paloma - 2022.

En 2022 continuaron las alteraciones del lugar durante los meses de enero, febrero y marzo, en los cuales se drenó completamente y rellenó la laguna Los Patos, para luego instalar sobre éste una tubería de HDPE de 750 mm de diámetro, que atraviesa esta laguna para descargar finalmente en el Estero La Paloma 325 l/s de aguas lluvias que provienen de proyecto de estanque de regulación de 900 m3 de capacidad, la cual aún no se ha construido y sin esta obra de regulación la descarga directa de aguas es de 634,8 L/S, según consta en resolución 1896 del 13 octubre 2023 de la DGA.

Este proyecto de modificación y descarga de cauce fue presentado por Inmobiliaria Rossan Ltda. ante la DGA y fue aprobado mediante Resolución DGA Exenta N° 412, del 30 de septiembre de 2020, con prórroga para extender plazo de trabajos (N°737 de 17 nov 2021).



Se hace presente que, revisado el proyecto original, se advierte que este no consideraba la construcción de la obra de regulación de caudales, la que fue incorporada luego de la revisión y observaciones generadas por la Dirección de Obras Hidráulicas.
Al efecto, según consta en el informe contenido en el Anexo 4- Estanque de Regulación, acompañado en la última versión del proyecto, la descarga sin la obra de regulación de caudales corresponde **634.8 l/s**, mientras que con la implementación de la obra de mitigación, es decir, la obra de regulación de caudales, la descarga máxima corresponde a **335.8 l/s.**

Por consiguiente, generar la descarga directa al cauce, sin la correspondiente obra de regulación de caudales, reviste un riesgo a la vida, salud y bienes de la población, al generar un aumento de caudales, que desmejora la condición de inundaciones del cauce aguas abajo de la descarga.

Imagen 10: Extracto resolución 1896 del 13 octubre 2023 de la DGA

Sobre este punto cabe destacar que la obra de regulación corresponde a estanque regulador de caudales de 900 m^3. El estero La Paloma posee un caudal de 4,35m^3 y a 300 metros del condominio existe obra de abovedamiento del estero con capacidad de porteo de 11,43 m^3/s – antecedentes descritos en pág. 8 – 10, Informe Análisis normativo Ambiental, Consultora Ambiente y Territorio, año 2022", en este abovedamiento el caudal ingresa y avanza en línea recta, luego hace un giro en casi 90° y el caudal presenta atravieso bajo calle Choshuenco; esta obra como se mencionó antes está construida para una capacidad de porteo tres veces mayor al caudal natural del estero La Paloma, sin embargo, tal como concluye la DGA si la descarga directa ejecutada por Pocuro SpA aguas arriba, aportando 325 l/s al Estero La Paloma sin la obra de regulación desmejoró la condición de inundaciones del cauce aguas debajo de la descarga – tal como ha sido constatado en registro audiovisual adjunto a la altura del condominio y lo indicado por la DGA en Resolución 1896 del 13 octubre 2023 – el abovedamiento sumado a condominio (una hectárea de terreno en calle Choshuenco) y pavimentación en construcción durante este año que descargan aguas lluvias al abovedamiento **– ambas obras han disminuido la superficie de infiltración del terreno – en un evento de lluvia sostenida o tormenta podría generar un estrangulamiento lo que a su vez podrá peraltar (cambio de la dirección y velocidad el cauce a alta velocidad) causando inundación y, por consiguiente, riesgo a la vida, salud y bienes de la población cercana a la rivera del estero, incluido Condominio Alto el Bosque**.

En documento *Análisis y reposición de fijación de deslindes, varios cauces de Puerto Montt: esteros Garzas, Pelúes y La Paloma, y finalización estudio estero Pichipelluco, etapa 6, resumen ejecutivo. Dirección de Obras Hidráulicas, 2012*, describe al estero La Paloma previo las modificaciones de cauce. Se catastraron 68 propiedades en la rivera del estero, y 4 juntas de vecinos, Además de las propuestas y determinación de

capacidades hidráulicas para el Estero La Paloma, este informe, realiza una propuesta general de zonas de restricción para los cauces objeto del estudio dentro de la cual se prohíba la construcción de edificaciones permanentes, dicha zona definida por el área inundable por un período de retorno de 100 años considerando la proyección de cambio de uso de suelo futuro del PRC. Y recomienda además que de levantarse esta restricción se realice un estudio de riesgo y proyecto de obras específico y que no se acepte en ningún caso urbanizar o construir viviendas sobre terrenos que se encuentren bajo la cota de inundación de 100 años.

La circular 03/2016 de la Dirección General de Aguas, define *alteración del régimen de escurrimiento de las aguas es toda aquella obra o labor que implique una modificación en la velocidad de escurrimiento, cambios de la pendiente, cambios en la sección del cauce, modificación del eje hidráulico, entre los principales*.

La razón por la cual se pone el ***riesgo la vida, bienes y salud de la población*** está dado por los efectos detectados aguas abajo del estero La Paloma, que dan cuenta de crecidas anormales que generaron anegamiento en calles de sector valle volcanes, como, por ejemplo, calle Choshuenco en ingreso y patios del Condominio Altos del Bosque. Ver Imagen 12: registro fotográfico vecinos Condominio Altos del Bosque, junio 2022. Y Anexo N°1: Registro en prensa de alteraciones en sectores aledaños a Estero La Paloma en Valle Volcanes.

El cauce La Paloma no es un río, sino un estero con régimen de **escurrimiento tipo torrente**, su régimen de escurrimiento se ha visto directamente afectado por intervenciones aguas arriba, es decir los efectos de intervenciones en un determinado punto se han evidenciado aguas abajo. Como son eventos de corta duración no permanentes, es decir de carácter hidráulico, son riesgosos por lo poco predecibles, puesto que en poco tiempo se generan crecidas, arrastre de material, modificación del eje hidráulico, provocando anegamiento, inundaciones y daño en ribera, caminos o bienes de las personas, tal como se ha constatado empíricamente durante eventos de lluvia y tormenta en la ciudad. De mantenerse esta situación se desconoce los efectos físicos que se seguirán en el tiempo.

En visita a terreno realizada el día jueves 25 y viernes 26 de enero de 2024, se recorrió el estero La Paloma desde humedal valle volcanes hasta intersección de calle Choshuenco con Fourcade, determinándose que el sitio de estudio corresponde a un ***flujo turbulento y con comportamiento de torrente***, el cual es más complejo que un flujo laminar. El mismo campo de velocidades presenta más de un rango de

comportamiento, lo cual se atribuye a las modificaciones de cauce que ha sufrido el estero La Paloma.

Para un flujo turbulento y con comportamiento de torrente el interactuar con una pared sólida o un obstáculo este generara la mayor tensión de corte en el límite de contacto generando problemas por la gran liberación de energía, detectándose en diversos puntos del cauce efectos de esta liberación de energía, el estero posee una pendiente supercrítica (torrente), tendrá un comportamiento supercrítico y el flujo de aguas arriba viaja en este mismo estado hasta que el nivel de agua se encuentre por debajo de la altura. Luego, cuando su altura aumenta bruscamente mediante el fenómeno de resalto hidráulico, produce de esta manera daños como inundaciones, afectaciones a la infraestructura ya identificados en los registros de denuncias y vecinos.

Relación del número de Reynolds con las variables[5]

R> 4500 (Flujo de régimen turbulento) en los espacios cerrados del cauce (Cercanos a la obra de pocuro). De esta manera se analiza que la energía es suficiente para que se mueva de manera vertical y horizontal.

RE (Numero de Reynolds) ↔ d (diámetro)↓

Q (caudal)= V*A (d)→ d↓↔V↑

Relación algebraica del número de reynolds

$Re=V*d*u \rightarrow Re=Q*d*A*u \rightarrow Re= Q*d**d^2 4*u \rightarrow Re= Q*4**d*u$

Estimación del Número de Froude

$$Fr= Vg*y$$

Se considera en la variable V el caudal del proyecto Q= 634,8 l/s o 0,635 m3/s

$$V=QA= 0{,}635\ m3/s12\ m^2= 0{,}052\ m/s$$

$$A= 900\ m30{,}75\ m = 12\ m^2$$

Los 0,75 m son el diámetro de la tubería de HDPE pasados a metros (750 mm)

$$Fr= Vg*y$$

Para pendiente de 10° o su símil 17,63 %

$$Fr= Vg*y = 0{,}052\ m/s9{,}81ms2*0{,}1763 = 0{,}039$$

[5] Variables obtenidas desde Documento: Medida cautelar innovativa (16 de enero). Resolución Exenta N° 412/2020 , punto de prueba N°4, considerando 12.

Para pendiente de 25° o su símil 46,63 %

$$Fr = Vg * y = 0{,}052\ m/s 9{,}81 ms2 * 0{,}4663 = 0{,}024$$

Consulta Agrupación cultural por los humedales y entornos naturales por transparencia a DGA por los permisos otorgados a Pocuro Sur SpA., respondida el 10 feb. 2022, indica que ***a la fecha no existe proyecto aprobado a nombre del aludido*** y solo existe proyecto a inmobiliaria Rossan Ltda. y otro en tramitación a inmobiliaria Aconcagua sur.

En consecuencia, ***no existen permisos otorgados a Pocuro Sur SpA. para modificación de cauces y drenajes y utiliza permisos de terceros como propios*** ante organismos como el Servicio de Evaluación Ambiental SEA en Pertinencia Ambiental[6].

Obras en humedal urbano declarado, sector laguna Los Patos. Fotos: Joaquín Aguirre y Agrupación Gayi.

Imagen 11: registro fotográfico estudio de red hídrica Condominio Alto del Bosque, año 2022.

Fuente: Aguirre Joaquín, Estudio de red hídrica Condominio Alto del Bosque de Puerto Montt, Impactos ocasionados y riesgos de inundación, producto de las alteraciones a las cuales se ha sometido a la red de humedales y efluentes que alimentan al estero La Paloma - 2022.

[6] https://pertinencia.sea.gob.cl/api/public/expediente/PERTI-2022-3952

Obras en humedal urbano declarado, sector laguna Los Patos. Fotos: Joaquín Aguirre y Agrupación Gayi.

Imagen 12: registro fotográfico estudio de red hídrica Condominio Alto del Bosque, año 2022.

Fuente: Aguirre Joaquín, Estudio de red hídrica Condominio Alto del Bosque de Puerto Montt, Impactos ocasionados y riesgos de inundación, producto de las alteraciones a las cuales se ha sometido a la red de humedales y efluentes que alimentan al estero La Paloma - 2022.

Estas alteraciones se emplazan en Coordenada UTM 675958.00 m E; 5408329.00 m N correspondiente a drenajes; En coordenadas UTM 675769.00 m E; 5408399.00 m N, drenaje con descarga a estero la paloma; En coordenadas UTM 675799.00 m E; 5408181.00 m N descarga aguas sumidero aguas lluvias que descarga a estero la paloma. Descarga estero la paloma agua UTM 675035.65 m E; 5408595.98 m N. agua provenientes desde punto UTM 675799.00 m E; 5408181.00 m N.

Estas denuncias fueron resueltas por la DGA, mediante resolución N°1896 de octubre de 2023; (1) acogiendo las denuncias de la Agrupación por la defensa de los humedales y entornos naturales; (2) aplica multa de 300 UTM a Inmobiliaria Pocuro por las obras

no autorizadas; (3) Apercibe a Pocuro para que ***destruya obra de descarga en el cauce y elimine todas las obras que generen un aporte de agua adicional al cauce La Paloma en un plazo no superior a 30 días hábiles***; (4) Téngase presente que ***podrá ejecutar únicamente obras aprobadas por la DGA y demás autoridades competentes***; (5) Una vez vencido el plazo de destrucción de obras, la DGA podrá multar al infractor en 100 UTA – 1000 UTA y ordenar a un tercero ejecutar con cargo a la infractora.

El daño ambiental de estas modificaciones de cauce dice relación con alteración del régimen hidrológico del humedal Valle Volcanes, el escarpe de terreno junto con los drenes tipo canal vertical que son derivados a lagunas cercanas y estero La Paloma ***alteran y afectan la regulación natural de las crecidas de las aguas que fluyen al estero la Paloma aumentando el caudal significativamente aportante a dicho estero*** cada vez que hay intensas precipitaciones, tal como se puede evidenciar en video https://www.youtube.com/shorts/AhZ8zHZM69U?feature=share de Agrupación cultural por la defensa de los Humedales y entornos naturales, registrado el día 09 junio de 2022, desborde aguas abajo del proyecto Cordillera de Estero La Paloma en calle Choshuenco sector Valle Volcanes Puerto Montt, frente a Colegio Patagonia, rivera del estero colindante con Condominio Alto del Bosque. (Información publicada en el diario El Llanquihue y Diputado Bernales en congreso). Ver anexo N°1 del presente informe.

La alteración significativa del cuerpo de agua estero La Paloma por parte de inmobiliaria Pocuro SpA ha provocado las siguientes alteraciones hidrológicas:

- *Cambio del régimen hidrológico del humedal Valle Volcanes consecuencia de la modificación del caudal de porteo y régimen de escurrimiento del Estero La Paloma, a través de aumento de caudal aportante al estero la Paloma cada vez que hay intensas precipitaciones La regulación natural de las crecidas de las aguas que fluyen al estero la Paloma aumentando el caudal significativamente aportante a dicho estero.*

- *El drenado y secado de humedal modificaron el régimen natural de escurrimiento superficial.*

- *Trasladar 325 l/s del sector directamente por tubería al estero La Paloma, cambia significativamente el caudal que conduce el estero La Paloma, la velocidad de crecida del mismo al no contar con vegetación ni humedal que regule las crecidas del sector y al reemplazar dicha condición natural por tubería que traslada las crecidas en forma rápida al Estero La Paloma*

Y, en conclusión, ***estas alteraciones hidrológicas han provocado daño ambiental en el humedal Valle Volcanes con efectos ambientales sobre la flora, fauna, biodiversidad no evaluados, junto con poner en riesgo la vida, bienes y salud de la población aguas debajo de las alteraciones***.

Dadas las intervenciones realizadas por Pocuro en humedal Valle Volcanes, de la sumatoria de éstas no se tiene certeza de la alteración de la cota de inundación y los daños a la estructura física del estero, sobre cómo aumentó el riesgo de inundación o erosiones en la rivera, anegamientos e inundaciones del humedal y zonas aguas debajo de las intervenciones que pudiesen afectar a la seguridad y salud de las personas que viven colindantes a la rivera del estero La Paloma, como por ejemplo, los habitantes del Condominio El Bosque.

Imagen 12: registro fotográfico vecinos Condominio Altos del Bosque, junio 2022.

Pocuro Sur SpA, con la apertura de drenaje y las instalaciones de tubos, enfrentan sumario por la Seremi de salud por descargas de hidrocarburos al Estero la Paloma, sumario sanitario señalado en oficio N°3576/2022. El día 29 de marzo del presente año se realizó una visita a las faenas de Pocuro en Valle Volcanes constatando en terreno afectación por hidrocarburos, lubricantes o aceites al observar iridiscencia en el curso del efluente de aguas lluvias que drena el terreno de faenas al curso que comunica el cauce del sistema interconectado de humedales urbanos de Valle Volcanes

iniciando sumario sanitario indicando la urgencia de cierre del efluente para detener la contaminación de los cuerpos de agua referenciados.

Denuncia 1669/01 septiembre, reitera denuncia por continuidad descargas aguas residuales a cauce natural

El daño ambiental y extensión provocado por hidrocarburos en el humedal y el estero La Paloma no es posible cuantificarlo, dado que no se tiene certeza de la cantidad del vertimiento, del tipo de hidrocarburo, composición y concentración de estos, ya que sus efectos dependen de factores tan diversos como la composición química del producto vertido, el tipo de sedimento afectado, la época del año y su relación con las especies y hábitat afectados, persistencia, y la biodisponibilidad.

Dado que se ha vertido a cuerpos de aguas superficiales de poca profundidad y dependiendo del grado de toxicidad, concentración, biodisponibilidad, etc., es posible afectación directa al suelo, con pérdida de biodiversidad, estructura física y química del suelo o contaminación a napas subterráneas, respecto de esto último, cabe indicar que aguas abajo y colindante al estero La Paloma, existen hogares sin saneamiento, que cuentan con solución particular de alcantarillado y pozos o norias para abastecimiento de agua potable, en consecuencia la afectación es posible se genere también a la salud de la población cercana.

El 10 de diciembre de 2023 vecinos del sector, a través de Agrupación cultural por la defensa de los humedales y entornos naturales a ingresado denuncia a la SMA dando cuenta de continuidad de descargas al estero la paloma y cambio de coloración de sus aguas, como también afloramiento algas y presencia de peces atrapados al interior de los drenajes que encuentra conectado al estero a la paloma, además de rellenos con material inerte del humedal.

Tabla 1 coordenadas puntos denunciados. Fuente elaboración propia.

Descripción	Coordenadas		Observación
Descarga 1	675761.00 m E	5408449.00 m N	Tubo metálico
Descarga 2	675756.00 m E	5408483.00 m N	Tubo metálico
Descarga 3	675946.00 m E	5408358.00 m N	Tubos PVC
Peces 1	675906.00 m E	5408434.00 m N	Presencia peces
Peces 2	675748.00 m E	5408504.00 m N	Presencia peces

Imagen 13: registro fotográfico diversas alteraciones al humedal valle volcanes
Fuente: Denuncia ante Superintendencia de Medio Ambiente efectuada el 10.12.2023

Por su parte, SERNAPESCA da cuenta presencia de peces *Galaxia sp.* en Humedal valle volcanes y registra turbidez de cuerpo de agua superficial atribuido a movimiento de áridos en él área correspondiente al proyecto Cordillera.

Imagen 14: registro fotográfico minuta inspección SERNAPESCA año 2022.
Fuente: Minuta de inspección 24 de febrero 2022, Servicio Nacional de Pesca SERNAPESCA.

3. **Componente Vegetacional:**

El desvío de aguas y canalización hacia el estero La Paloma tiene un impacto directo en la flora y fauna del lugar que no pueden sortear esta trampa que divide el terreno. Por otra parte, la profundización del canal baja la cota de saturación del suelo con el consiguiente impacto en la flora y fauna del lugar. En concreto, mantiene el suelo más seco, lo que afecta a la vegetación capaz de permanecer en el entorno y esto **afecta la velocidad de escurrimiento en las crecidas lo que redunda en potenciales inundaciones aguas abajo**. (pág. 60 – 65; hitos 5 al 8, descritos en informe análisis normativo ambiental, Consultora Ambiente y Territorio, febrero 2022).

En informe análisis normativo ambiental, realizado por Consultora Ambiente y Territorio para Condominio El Bosque, de fecha marzo de 2022, en página 70, imagen 38 se aprecia la presencia de alerces vivos ***Fitzroya cupressoides*** en Humedal Valle Volcanes, denunciado el 07 de diciembre de 2018 por Agrupación Cultural por la defensa de los humedales y entornos naturales, e información de terreno recogida en diciembre del año 2021 por Consultora Ambiente y Territorio E.I.R.L. y consultada mediante transparencia a CONAF por Ambiente y Territorio con fecha 24.02.2022.

Los bosques de alerce se distribuyen a lo largo de la Cordillera de la Costa, desde la Provincia de Valdivia hasta Chiloé, y en la Cordillera de los Andes, entre las provincias de Llanquihue y Palena, entre los 20 y 1.400 metros de altitud, presenta una distribución reducida, por lo que fue declarado monumento natural por el decreto Nº 490 del Ministerio de Agricultura el año 1977, el cual prohibió su corta. El año 2008 fue declarado **En Peligro de Extinción** (García & Ormazabal, 2008)

Presencia de especies de Alerces vivos.

Imagen 15: registro fotográfico de alerces vivos en humedal Valle Volcanes, año 2022.
Fuente: propia, Fotografías de Alerces consulta de Consultora Ambiente y Territorio E.I.R.L. a Conaf, fecha 24.02.2022.

El 01 de abril de 2019, CONAF oficia a la Dirección de Obras Municipales de Puerto Montt para informar de corta no autorizada de Bosque Nativo y de la presencia de alerces vivos, uno de ellos en el área correspondiente al proyecto Cordillera.

Ante esto, la Dirección de Obras Municipales en visita terrenos da cuenta presencia de alerce muerto y solicita a Inmobiliaria GPR permisos para la extracción y, la inmobiliaria Pocuro SpA reclama ante el Seremi de Vivienda y Urbanismo, negando la existencia de ejemplar vivo de Alerce *Fitzroya cupresides*, y presenta plan de extracción de Alerce muerto aprobado por CONAF, declarando que en el predio del proyecto Cordillera se encuentran sólo tocones y raíces de Alerce.

Igualmente, Inmobiliaria Pocuro SpA en su reclamación omite la regulación ambiental vigente en octubre de 2020 – fecha de ingreso de la reclamación – y, hace referencia al marco normativo para la vigencia del Permiso de Edificación que se encuentra **regulado en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones** (OGUC). Aunque omite jurisprudencia y normativa sectorial como Dictámenes de la CGR, entre ellos el Nº25188 del año 2018 han indicado que *"no existen elementos de interpretación que permitan fragmentar la ejecución de los trazados …"* por lo que la ejecución de éstos debe ser de la totalidad del proyecto, aun cuando este sea por etapas. Y también aplica en este caso Circular (División de Desarrollo Urbano del MINVU) D.D.U. 156 DE FECHA 21-11-05: las Direcciones de Obras Municipales deben

requerir la calificación ambiental favorable **sólo en forma previa a la Recepción definitiva de las obras,** por cuanto la solicitud y otorgamiento del permiso no significa obligadamente su construcción inmediata. Sin perjuicio de esto, **en el caso de requerir DIA, se debe contar con su calificación debe ser favorable antes de iniciar las obras**.

Posteriormente, con fecha 09 de marzo de 2021, la Corporación Forestal CONAF de Puerto Montt, responde a denuncia de Agrupación por la defensa de los humedales y ecosistemas vulnerables mediante carta N°54/2021, acreditando presencia de ejemplar vivo de Alerce, el cual fue georreferenciado por funcionarios de CONAF el día 03 de marzo de 2021 y además se notifica a Pocuro SpA, de la presencia de este individuo, para que tome los resguardos necesarios para **evitar su intervención y afectación de su hábitat**. El 01 de junio de 2021 se ingresa denuncia a la SMA dando a conocer la afectación y presencia de Alerce en el área de emplazamiento del proyecto. Sumado a esto CONAF en fiscalización de fecha 25 de junio de 2021, según consta en acta de fiscalización 32/2008-7/21 constata la existencia de una faja de corta de vegetación nativa, de aproximadamente 65 metros de largo por 5 metros de ancho, con una superficie aprox. de 0,03 has., donde se cortaron árboles de especies como canelo, arrayán, luma, ulmo, entre otras, sector de ladera en coordenada 5408599 N y 675949 E, si bien no se identifica al infractor, esta coordenada se encuentra dentro del área del Proyecto Cordillera de Pocuro SpA.

En páginas 71 – 73 del informe análisis normativo ambiental, realizado por Consultora Ambiente y Territorio para Condominio El Bosque, de fecha marzo de 2022, se detalla la normativa ambiental aplicable transgredida por Pocuro SpA y que protege al Alerce, especie en estado de conservación en peligro de extinción.

Tabla 1: Alerces georreferenciados por Conaf – Inmobiliaria El Olmo, a través de denuncia interpuesta a CONAF por Sr. Miguel Torres

Punto identificador	Este	Sur	Cantidad	Denuncia	Respuesta de Conaf
Alerce 1	676101	5407801	-	Alerces orilla de la laguna	Se verifica presencia de alerces
Alerce 2	676645	5407708	-		No se pudo identificar presencia de Alerces
Alerce 3	676838	5407731	35	35 individuos	Se verifica presencia de Alerces
Alerce 4	677666	5407977	500	Individuos bordes de laguna y extracción de leña	Se verifica presencia de Alerces

Alerce 5	676458	5407732		Individuos orilla de la laguna	Se verifica presencia de Alerces
Alerce 6	680796	5409699	10	10 individuos	No se ha efectuado visita en este punto
Alerce 7	680559	5409633	-	Individuos a orilla de la laguna	No se ha efectuado visita en este punto
Alerce 8	680491	5408779	100	Individuos vivos, extracción de leña y turba	No se ha efectuado visita en este punto

En síntesis, el desvío y canalización de las aguas del humedal urbano Valle Volcanes del Proyecto Cordillera que deriva las aguas hacia el estero La Paloma, tiene un impacto directo en la flora y fauna del lugar que no pueden sortear esta trampa que divide el terreno. Por otra parte, la profundización del canal baja la cota de saturación del suelo con el consiguiente impacto en la flora y fauna del lugar. En resumen, mantiene el suelo más seco, lo que afecta a la vegetación capaz de permanecer en el entorno, entre estas el Alerce, con lo cual el daño ambiental al hábitat de esta especie en particular es irreparable a escala humana dado el ciclo de vida y la necesidad de un suelo húmedo tipo ñadi, caracterizados por una dinámica estacional del contenido de agua en el perfil del suelo, influenciada por su baja profundidad. El cambio de uso y el manejo de estos suelos pueden alterar su estructura física y la actividad biológica, relacionados con la dinámica de nutrientes y la producción de gases de efecto invernadero[7].

Cabe indicar, que las denuncias descritas ingresadas a los organismos competentes por la Agrupación por la defensa de los humedales y los entornos naturales incluyen remoción de turba, y por consiguiente el daño ambiental incluye aumento de gases de efecto invernadero en una ciudad que se encuentra declarada como zona saturada mediante **resolución 148 exenta** en marzo de 2021, que da inicio a la elaboración del plan de descontaminación atmosférica para la comuna de San Pablo, de la región de Los Lagos y para la macrozona centro-norte de la Región de los Lagos, incluida la comuna de Puerto Montt, y con esto, la comuna es declarada oficialmente como zona saturada para material particulado y por tanto, estas acciones implican detrimento en la calidad del aire de la ciudad de Puerto Montt.

[7] http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/2830 *Efectos del cambio de uso y drenaje de un suelo ñadi sobre las propiedades biológicas y emisiones de gases de efecto invernadero. Beas Beas, Nelson. Año 2018.*

4. **Componente Fauna:**

El estero La Paloma es parte de la cuenca declarada Santuario de la Naturaleza Río Maullín, la cual posee una superficie aproximada de 8.096,8 hectáreas y se encuentra ubicada en las comunas de Maullín, Llanquihue, Puerto Varas, Puerto Montt y Los Muermos, provincia de Llanquihue, Región de Los Lagos.

Si bien el proyecto se encuentra fuera de los vértices físicos definidos para el Santuario de la Naturaleza Río Maullín[8], el estero sí pertenece a la cuenca – ecosistema – del río Maullín y teniendo en cuenta que Inmobiliaria Pocuro SpA ha actuado sin autorizaciones e incumpliendo normativa ambiental, no se pueden descartar efectos negativos al Santuario y sus objetos de protección, los cuales son:

Considerando 4. Que, el área que se propone declarar santuario de la naturaleza posee una superficie aproximada de 8.096,8 hectáreas y se encuentra ubicada en las comunas de Maullín, Llanquihue, Puerto Varas, Puerto Montt y Los Muermos, provincia de Llanquihue, Región de Los Lagos.

Artículo 3º. Objetos de Conservación. El santuario de la naturaleza Humedales del Río Maullín tendrá como objetos de conservación los siguientes: ecosistema de bosque pantanoso o hualve; humedales de planicies intermareales; humedales de pajonales de totora; vegetación arbórea ribereña; ***comunidad de peces nativos; comunidad de aves playeras migratorias****; flamenco chileno; nutria de río o huillín; y los sitios sagrados para la recolección de lawen.*

Revisado el listado oficial de especies migratorias presentes en el Santuario de la Naturaleza Río Maullín y la Declaratoria de Humedal Valle Volcanes, se constatan 16 especies comunes (ver Tabla 2: especies comunes humedal Valle Volcanes y Santuario de la Naturaleza Río Maullín).

[8] Decreto 2/2022 del Ministerio de Medio Ambiente

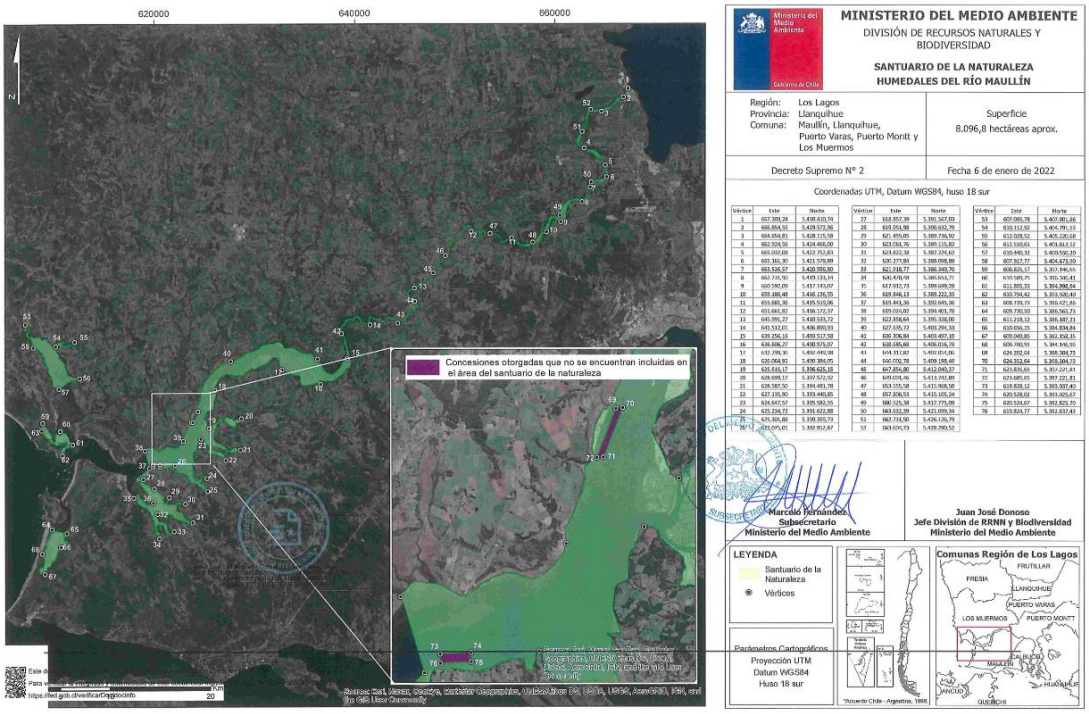


Tabla 2. Listado especies y su estado de conservación presentes en el Santuario de la Naturaleza Río Maullín identificadas en el humedal Valle Volcanes.

especie	**nombre común**	**categoria de conservacion**
Ardea alba	Garza grande	Preocupación menor (IUCN)
Egretta thula	Garza chica	Preocupación menor (IUCN)
Fulica armillata	Tagua	Preocupación menor (IUCN)
Vanellus chilensis	Queltehue	Preocupación menor (IUCN)
Larus dominicanus	Gaviota dominicana	Preocupación menor (IUCN)
Cathartes aura	Jote cabeza roja	Preocupación menor (IUCN)

Coragyps atratus	Jote cabeza negra	Preocupación menor (IUCN)
Asio flammeus	Nuco	Preocupación menor (IUCN)
Sephanoides sephanoindes	Picaflor chico	Preocupación menor (IUCN)
Cinclodes patagonicus	Churrete	Preocupación menor (IUCN)
Scelorchilus rubecula	Chucao	Preocupación menor (IUCN)
Scytalopus magellanicus	Churrín del sur	Preocupación menor (IUCN)
Anairetes parulus	Cachudito	Preocupación menor (IUCN)
Troglodytes aedon	Chercán	Preocupación menor (IUCN)
Turdus falcklandii	Zorzal	Preocupación menor (IUCN)
Theristicus melanopis	Bandurria	Preocupación menor (IUCN)

Los componentes ambientales impactados negativamente aquí señalados: suelo, agua, vegetación y fauna, han sido afectados incumpliendo no sólo incumpliendo normativa ambiental y sectorial como se ha descrito, también se ha omitido deliberadamente información a autoridades competentes, como por ejemplo, sobre la presencia de Alerce, fecha de inicio de obras, se atribuye obras de drenaje a otra empresa en el área del proyecto Cordillera, y sumado a lo anterior, se elude deliberadamente el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

En pertinencia ambiental presentada ante el Servicio de Evaluación Ambiental SEA en marzo de 2022, se presenta Proyecto Vista Cordillera Etapas I y II, sin embargo, ante el Tercer Tribunal Ambiental de Valdivia según consta en reclamación art.3 de la Ley 21.202 interpuesta por Pocuro SpA también en marzo de 2022, consta a fojas 20 en punto 31 se declaran las etapas III y IV del proyecto Cordillera para poco más de 300

viviendas en etapa de diseño, lo cual no se señala en la pertinencia ambiental. En consecuencia, el Servicio de Evaluación Ambiental Los Lagos resuelve:

DECLARAR INADMISIBLE la consulta de pertinencia de ingreso al SEIA del proyecto denominado "Vista Cordillera, Etapas I y II" presentado por el señor Claudio Andrés Hitschfeld Kuschel, en representación de Inmobiliaria Pocuro Sur SpA, en tanto corresponde a un proyecto o actividad que **ha iniciado su ejecución material** al momento de su ingreso a la Dirección Regional del Servicio de Evaluación Ambiental, Región de Los Lagos, en consideración a los antecedentes aportados y a los fundamentos expuestos en la presente Resolución.

Las imágenes corresponden al emplazamiento del Proyecto cordillera, pero en la Pertinencia se omiten lotes 3b1 y 3c indicados en fojas 14 Reclamación art.3 Ley 21202, y ratifica etapas I y II en esta reclamación en fojas 18 imagen N°8 donde incluso superpone las áreas correspondientes a estas etapas.

Señalar además que Inmobiliaria Pocuro SpA en respuesta a demanda señala que los proyecto etapa III y IV,

> Con todo, tales reproches sobre tales obras también son improcedentes, pues, en primer término, como hemos explicado, las obras ejecutadas en esos lotes no forman parte de unas supuestas etapas III o IV -inexistentes, y cuyo eventual diseño ni siquiera ha sido ideado por Pocuro-, sino que esas obras han formado parte de las etapas I y II, que no han sido objeto de objeción.

Imagen 16: extracto Reclamación art.3 Ley 21202 .

Sin embargo, tenemos certeza de que Inmobiliaria Pocuro SpA, ya cuenta con un anteproyecto etapa III y IV aprobado por DOM N° 38, 39 del 14 nov 2019. Luego en acta inspección de SMA se señala por parte de administrador de la Obra Inmobiliaria Pocuro SpA, informe visita sept 2021.

> Respecto, del Plan de manejo de aguas lluvias, se constata la construcción de un cana central que evacúa las aguas lluvias en dirección al estero sin nombre, la cual contempla para las etapas futuras III, IV y V del proyecto (320 viviendas), una piscina de decantación, la cual se ubicará en el lado nor-este del proyecto (contiguo al condominio valle volcanes 4), para descargar esas aguas en dicho estero.

Imagen 17: extracto acta inspección SMA septiembre de 2021 .

Anexo 12 pertinencia ambiental. Plano de emplazamiento de obras	Reclamación art.3 Ley 21202 Foja 36 imagen 18, emplazamiento del Proyecto Cordillera
	Imagen Nº 18: Captura satelital del sector de emplazamiento del Proyecto Vista Cordillera a octubre de 2021. **Fuente:** Elaboración propia. **Imagen Nº 8:** Emplazamiento de las etapas I y II del Proyecto 'Vista Cordillera'. **Fuente:** Elaboración propia

El **fraccionamiento y/o elusión de proyecto** se establece en Ley 20.417/2010, Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia de Medio Ambiente. Ministerio Secretaría General de Gobierno, definido en Artículo 11 bis.- ***Los proponentes no podrán, a sabiendas, fraccionar sus proyectos o actividades con el objeto de variar el instrumento de evaluación o de eludir el ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental***. Será competencia de la Superintendencia del Medio Ambiente determinar la infracción a esta obligación y requerir al proponente, previo informe del Servicio de Evaluación Ambiental, para ingresar adecuadamente al sistema.

No se aplicará lo señalado en el inciso anterior cuando el proponente acredite que el proyecto o actividad corresponde a uno cuya ejecución se realizará por etapas.

De la reclamación art.3 Ley 21.202 ingresada por Pocuro SpA se declara que el proyecto se ejecutará por etapas, y que las etapas III y IV se encontraban en 2022 en fase de diseño. Pero esto no lo declara ante el SEA en el trámite de pertinencia ambiental el año 2022, y tampoco lo hace ante el MINVU – reclamación solicitud inicio de obras el año 2019, incumpliendo la ley de **Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones** (OGUC) que no permite fraccionar los proyectos, así como también se incumple con la D.D.U. 156 DE FECHA 21-11-05 que exige evaluación ambiental previa a la ejecución de obras. A más ahondamiento, esta reclamación ante el MINVU el año 2019 es para omitir la presencia de un individuo de Alerce vivo en el predio del proyecto Cordillera.

Siguiendo con este análisis de fraccionamiento de proyecto y elusión de evaluación ambiental ante el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), se tiene en orden cronológico los siguientes argumentos:

Art. 10º de la Ley Nº 19.300 y artículo 3º del D.S. Nº 40, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente.

Se regulan actividades de corta o explotación que se ejecuten en los proyectos o actividades definidos en el presente artículo, específicamente, letra p) del artículo 3º del D.S. Nº 40, de 2012:

Literal p) ejecución de obras, programas o actividades en parques nacionales, reservas nacionales, **monumentos naturales**, reservas de zonas vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas o en cualesquiera otras áreas colocadas bajo protección oficial, en los casos en que la legislación respectiva lo permita.

El ***ingreso Obligatorio al SEIA***, para proyectos que intervengan Alerce se señala expresamente en Guía de Evaluación Ambiental de CONAF, año 2014. La cual indica para esta especie:

En el SEIA la regulación aplicará para la autorización excepcional de corta o explotación de especies declaradas monumentos naturales, que califiquen de acuerdo a lo establecido en el ***artículo 2º, D.S. Nº 490, de 1974, del Ministerio de Agricultura****; artículo 2º, D.S. Nº 43, de 1990, del Ministerio de Agricultura, o artículo 2º D.S. Nº 13, de 1995, del Ministerio de Agricultura. En este caso se asocia a los Permisos Ambientales Sectoriales de los artículos 127°, 128° y 129° del D.S. N° 40, de 2012, del Ministerio del Medio*

*Ambiente, respectivamente. Los permisos señalados aplicarán tanto para **individuos aislados** como para aquellos que formen parte de un bosque nativo. Si la especie se encuentra formando parte de un bosque nativo, y los proyectos corresponden a la habilitación de terrenos para la construcción de obras públicas, se exigirá además aplicar los contenidos de evaluación establecidos en el punto 4.1.6 numeral 8 de esta guía.*

Para tales efectos, el Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental instruyó que para determinar el ingreso de un proyecto o actividad al SEIA por aplicación del artículo 10 letra p) de la Ley, debe remitirse a lo indicado en el punto 2 de la minuta técnica adjunta al ORD. D.E. N° 130844 de 22 de mayo de 2013, que señala en lo pertinente, que ni la Ley N° 19.300 ni el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental definen qué debe entenderse por *"áreas colocadas bajo protección oficial"*, pero que sin embargo el mismo concepto permite identificar los elementos que lo definen, a saber:

1. Área: debe tratarse de un espacio geográfico delimitado, idealmente de manera georreferenciada y constar en el acto formal declaratorio del área.
2. Declaración Oficial: debe existir un acto formal emanado de la autoridad competente al efecto, en virtud del cual se somete determinada área a un régimen de protección.
3. Objeto de protección: la declaración respectiva debe responder, directa o indirectamente, a un **objetivo de protección ambiental**, teniendo presente el concepto amplio de medio ambiente, inclusivo de elementos naturales y artificiales.

A continuación, el instructivo antes individualizado, identifica dentro de las áreas colocadas bajo protección oficial para los efectos del SEIA, entre otras categorías, al Monumento Natural, citando como fuente normativa de dicha categorización al ***D.S. N° 531, de 1967, del Ministerio de Relaciones Exteriores, Convención para la Protección de la Flora, Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América***.

La Convención para la Protección de la Flora, Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América., en su Artículo 1 define los Monumentos Naturales señalando que se entenderá por tales "Las regiones, los objetos **o las especies vivas** de animales o plantas de interés estético o valor histórico o científico, a los cuales se les da protección absoluta. Los Monumentos Naturales se crean con el fin de conservar un objeto específico o ***una especie determinada de flora o fauna*** declarando una región, un objeto o ***una especie aislada***, monumento natural inviolable excepto para realizar investigaciones científicas debidamente autorizadas, o inspecciones gubernamentales".

El mismo instructivo del SEA, señala más adelante que, se debe considerar en la evaluación de pertinencia de la "obra", "programa" o "actividad", también se debe tener en cuenta la **magnitud y envergadura** de éstas, ya que *"parece del todo ilógico e inoficioso que se sometan al SEIA iniciativas como instalación de semáforos en área típica, señalización de circuitos turísticos, cambios de puertas en un monumento nacional".*

En consecuencia, el Alerce presente en área de emplazamiento del proyecto Cordillera es un ejemplar vivo de Alerce *Fitzroya cupresides*,– ratificado por el organismo pertinente CONAF en oficio del 01 de abril de 2019 – corresponde a un Monumento Natural (indicado expresamente en literal p) del artículo 3º del D.S. Nº 40, de 2012), y lo indicado en DS.531/1967 que define Monumento Natural como regiones, objetos o **especies vivas**, sumado a la magnitud y envergadura de las obras que se ejecutan en el entorno, no se ha determinado el grado de afectación al hábitat de este individuo, dadas las intervenciones en el área con drenaje, modificaciones de cauce, escarpe, instalaciones sanitarias, remoción total de especies de bosque nativo, las cuales corresponden a obras y actividades que bajo ningún punto de vista a nuestro entender pueden ser consideradas como *obras o actividades menores*, comparables con instalación de semáforos o instalación de señalética en un área protegida (como señala el instructivo el cual se refiere únicamente a área y no especie aislada). Sumado a que a partir de enero de 2020 entra en vigencia la Ley de humedales urbanos Ley 21.202, la cual es aplicable independientemente de la declaratoria de humedal Valle Volcanes y, por tanto, aplica tipología secundaria lo dispuesto en

Art. 10º de la Ley Nº 19.300 y artículo 3º del D.S. Nº 40, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente.

Literal s) *"Ejecución de obras o actividades que puedan significar una alteración física o química a los componentes bióticos, a sus interacciones o a los flujos ecosistémicos de humedales que se encuentran total o parcialmente dentro del límite urbano, y que impliquen su relleno, drenaje, secado, extracción de caudales o de áridos, la alteración de la barra terminal, de la vegetación azonal hídrica y ripariana, la extracción de la cubierta vegetal de turberas o el deterioro, menoscabo, transformación o invasión de la flora y la fauna contenida dentro del humedal, indistintamente de su superficie." (Énfasis agregado.)*

A partir de enero de 2020 entra en vigencia la Ley de humedales urbanos Ley 21.202. el proyecto Cordillera de Pocuro SpA, aplica entonces como tipología secundaria este literal, si bien Pocuro SpA declara en fojas 14 punto 16 de reclamación Ley 21.202 el inicio de obras en abril y mayo del 2021 para los proyectos Cordillera I y II

respectivamente, cuando se tiene registro – el cual se adjunta – del día 30 de mayo de 2020 con el inicio de las obras previas del proyecto, es decir escarpe y obras de drenajes del proyecto cordillera, cuatro meses después de la entrada en vigencia de la Ley 21.202 y además con el antecedente que estas obras de drenaje fueron sancionadas por la DGA como se mencionó previamente mediante resolución 1896 en octubre de 2023.

En relación con lo anterior, en Memorándum 026, fojas 22, causa Tercer Tribunal Ambiental Rol: S-4-2022, Solicitud SMA, Unidad fiscalizable Inmobiliaria Pocuro Sur-Sector Valle Volcanes, la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA), solicita medida pre procedimental para inmobiliaria Pocuro SpA, constata:

- Veracidad de denuncias efectuadas por Agrupación por la defensa de los Humedales y ecosistemas vulnerables.
- En fojas 28 se describen intervenciones de cauce, excavaciones, presencia de vegetación hidrófita, entre otras, correspondientes a etapas III y IV del proyecto Cordillera.
- En fojas 44 se constata actividades que propician la construcción de las etapas III y IV: movimientos de tierra, canalizaciones de aguas lluvia, excavaciones, remoción de tierra, escarpe y despeje de vegetación en área circunscrita a humedal Valle Volcanes.
- En fojas 45 señala expresamente que el Proyecto Cordillera, específicamente las actividades antes mencionadas en foja 44 de las etapas III y IV **configuran evidente elusión** al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Se asevera que el titular intervino el área entre fiscalizaciones y además **provee intencionalidad en las acciones generando daño inminente** al medio ambiente, que podría estar implicando un efecto adverso significativo sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, particularmente suelo y agua definidos en el denominado Humedal Valle Volcanes.
- El mismo Memorándum 026, en fojas 49 en adelante describe el riesgo ambiental y su importancia (Punto 6)

A raíz de este acto administrativo Pocuro SpA debió paralizar obras por 15 días hábiles y entregar reporte diario a la SMA.

Por todo lo anteriormente expuesto, se concluye que Pocuro SpA ha eludido, fraccionado el proyecto inmobiliario Cordillera, con el único propósito de eludir normativa sectorial, ambiental y el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, generando daños al ecosistema de humedal Valle Volcanes en los componentes suelo, agua y vegetación.

Informe preparado por, *Consultora Ambiente y Territorio EIRL* *Rut: 76.732.500 – 2* *Diciembre, 2023*	Gladys Sanchez Parraguez Responsable del informe Directora de Ambyter Rut: 13.062.127 – 9 Cientista Ambiental	Elizabeth Ziller Silva Bióloga, licenciada en recursos Naturales Especialista en normativa ambiental.

Bibliografía

1. Informe "Elaboración de expediente de humedales urbanos de Puerto Montt de acuerdo con la Ley N° 21.202". Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, octubre 2021
2. Guía de Delimitación y Caracterización de Humedales Urbanos de Chile, Ministerio del Medio Ambiente de Chile, marzo de 2022.
3. Informe Ambiental de modificación Plan Regulador Comunal de Puerto Montt de Ilustre Municipalidad de Puerto Montt, año 2017.
4. "Análisis y evaluación de vulnerabilidad a amenazas naturales y socioeconómicas en la ciudad de Puerto Montt y sus áreas de expansión". Daniel Alberto Saavedra Rojas, Santiago-Chile, 2007.

Documentos consultados

1. Documentos ROL ingreso R -12 – 2022 (acumulada R-14-202 y R-18-2022)
2. Conservación de humedales: un análisis de temas de actualidad y acciones necesarias. (1992). España: UICN, Unión Mundial para la Naturaleza.
3. Árboles Nativos de Chile. García, N. & C. Ormazabal. 2008. Enersis S.A. Santiago, Chile. 196 p. Material
4. Hidráulica en conductos cerrados y en canales abiertos. (2023). Hidráulica. Universidad de los Lagos.
5. Hidráulica para ingenieros (2015). Domingo Escribá Bonafé. Libreria Tecnica Bellisco.
6. Fluidos, bombas e instalaciones hidráulicas (2011: Heras J., Salvador) Iniciativa Digital Politecnica Universitat Politecnica de Catalunya.
7. Hidraulica (1999). Francisco Javier Dominguez. Editorial Universitaria.
8. Hidraulica de canales abiertos (1994). Ven te Chow ; McGraw, Colombia.
9. Hydraulic Geometry of a small tidal estuary (2011). Robert M. Myrick and Luna B. Leopold. Government Printing Office Catalog.

Páginas web visitadas:

1. https://humedaleschile.mma.gob.cl/procesos-de-oficio/
2. http://repositoriodigital.ucsc.cl/bitstream/handle/25022009/1018/Juver%20Mardones%20Ocares.pdf?sequence=1&isAllowed=y

3. https://pdfs.semanticscholar.org/ead4/d57bf1cd079fddb8e64bc0b99dc14c8f6478.pdf

Anexos:

Anexo 1: Registro en prensa de alteraciones en sectores aledaños a Estero La Paloma en Valle Volcanes.

Anexo 2: Mecánica de suelos

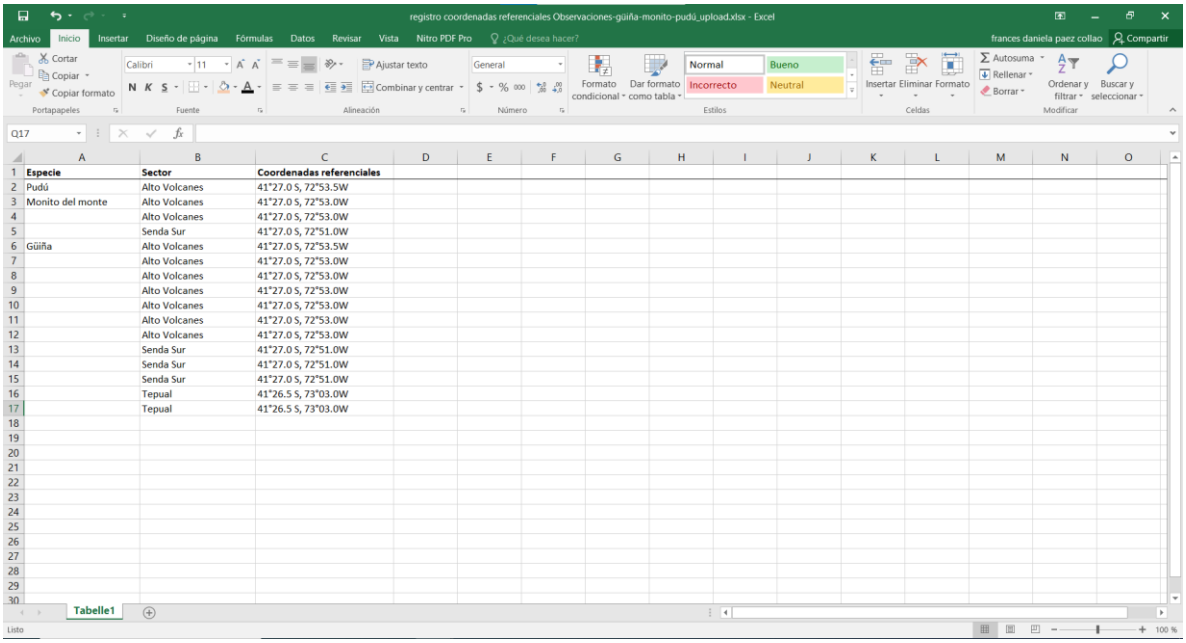
Ministerio del Medio Ambiente

Gobierno de Chile

CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Sur en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través de correo electrónico el 17 de julio 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

Excel, “registro coordenadas referenciales Observaciones-güiña-monito-pudú_upload.xlsx”



	Especie	Sector	Coordenadas referenciales
2	Pudú	Alto Volcanes	41°27.0 S, 72°53.5W
3	Monito del monte	Alto Volcanes	41°27.0 S, 72°53.0W
4		Alto Volcanes	41°27.0 S, 72°53.0W
5		Senda Sur	41°27.0 S, 72°51.0W
6	Güiña	Alto Volcanes	41°27.0 S, 72°53.5W
7		Alto Volcanes	41°27.0 S, 72°53.0W
8		Alto Volcanes	41°27.0 S, 72°53.0W
9		Alto Volcanes	41°27.0 S, 72°53.0W
10		Alto Volcanes	41°27.0 S, 72°53.0W
11		Alto Volcanes	41°27.0 S, 72°53.0W
12		Alto Volcanes	41°27.0 S, 72°53.0W
13		Senda Sur	41°27.0 S, 72°51.0W
14		Senda Sur	41°27.0 S, 72°51.0W
15		Senda Sur	41°27.0 S, 72°51.0W
16		Tepual	41°26.5 S, 73°03.0W
17		Tepual	41°26.5 S, 73°03.0W

Ministerio del Medio Ambiente

Gobierno de Chile

CONSTANCIA DE PIEZA EXCEPTUADA

Se deja constancia del ingreso, en calidad de pieza exceptuada del Expediente de la Macrozona Sur en el marco del artículo 8vo transitorio de la Ley 21.600 que mandata el proceso para el establecimiento de Sitios Prioritarios de la Estrategia Nacional y las Estrategias Regionales de Biodiversidad, a los siguientes archivos digitales recibidos a través de correo electrónico el 17 de julio 2024, cuyo nombre de archivo es el siguiente:

Carpeta “Registro de Fauna-cámaras trampa”, que contiene imágenes con extensión .png

Nombre	Fecha	Tipo	Tamaño	Etiquetas
DCIM0064_monito-del-monte_cloudconvert-0.png	17-07-2024 21:06	Archivo PNG	1.427 KB	
DCIM0064_monito-del-monte_cloudconvert-2.png	17-07-2024 21:06	Archivo PNG	1.415 KB	
DSCF0022_güiña_cut-0.png	17-07-2024 21:04	Archivo PNG	6.776 KB	
DSCF0034_güiña-de-día-8.png	17-07-2024 21:03	Archivo PNG	7.613 KB	
DSCF0035_güiña.png	17-07-2024 21:05	Archivo PNG	8.588 KB	
DSCF0039_dos-güiñas-bonito-0.png	17-07-2024 21:04	Archivo PNG	2.866 KB	
DSCF0046_güiña_cut-0.png	17-07-2024 21:04	Archivo PNG	5.940 KB	
DSCF0084_güiña-de-día-bonito_cut-0.png	17-07-2024 21:04	Archivo PNG	7.455 KB	
IMG_0052_monito-del-monte.png	17-07-2024 21:06	Archivo PNG	1.218 KB	
IMG_0066_monito-del-monte.png	17-07-2024 21:06	Archivo PNG	1.210 KB	
Pantallazo-pudú-1.png	17-07-2024 21:05	Archivo PNG	891 KB	
Pantallazo-pudú-2.png	17-07-2024 21:05	Archivo PNG	889 KB	