



PLAN REGULADOR COMUNAL DE O'HIGGINS: ETAPA II

Región de Aysén

Etapas V: Fase Aprobación: Consulta Pública y Conclusión de Anteproyecto

Estudio de Riesgos y de Protección Ambiental



ABRIL, 2026

ÍNDICE

I	INTRODUCCIÓN	6
I.1	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	6
I.1.1	<i>Marco Jurídico.....</i>	<i>6</i>
I.2	LÍNEA DE BASE ÁMBITO FÍSICO Y NATURAL	8
I.2.1	<i>Clima</i>	<i>8</i>
I.2.2	<i>Hidrografía</i>	<i>12</i>
I.2.3	<i>Hidrogeología.....</i>	<i>15</i>
I.2.4	<i>Geología.....</i>	<i>16</i>
I.2.5	<i>Geomorfología</i>	<i>19</i>
I.2.6	<i>Edafología y Erosión.....</i>	<i>22</i>
I.2.7	<i>Medio Biológico</i>	<i>23</i>
I.2.8	<i>Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado</i>	<i>29</i>
I.2.9	<i>La Perspectiva Turística</i>	<i>31</i>
I.2.10	<i>Conclusiones Ámbito Físico y Natural.....</i>	<i>34</i>
I.3	ANTECEDENTES TEÓRICOS.....	36
I.3.1	<i>Conceptos.....</i>	<i>36</i>
I.3.2	<i>Sismos.....</i>	<i>37</i>
I.3.3	<i>Volcanismo.....</i>	<i>39</i>
I.3.4	<i>Licuefacción</i>	<i>40</i>
I.3.5	<i>Remociones en masa.....</i>	<i>40</i>
I.3.6	<i>Inundaciones por desborde de cauces.....</i>	<i>45</i>
I.3.7	<i>Inundaciones por anegamiento</i>	<i>46</i>
I.4	CATASTRO HISTÓRICO DE EVENTOS DE RIESGO	48
I.4.1	<i>Puntos críticos de invierno 2024.....</i>	<i>49</i>
I.4.2	<i>Registro de prensa y redes sociales referentes a desastres en Villa O'Higgins</i>	<i>51</i>
I.4.3	<i>Registro de incendios en Villa O'Higgins</i>	<i>54</i>
I.5	METODOLOGÍA.....	56
I.5.1	<i>Remociones en masa.....</i>	<i>57</i>
I.5.2	<i>Inundaciones por desborde de cauces y anegamiento.....</i>	<i>57</i>
I.5.3	<i>Zonificación de la susceptibilidad.....</i>	<i>58</i>
I.6	RESULTADOS	60
I.6.1	<i>Remoción en masa y erosión acentuada</i>	<i>60</i>
I.6.2	<i>Áreas de riesgo de inundación.....</i>	<i>63</i>
I.6.3	<i>Zonas no edificables.....</i>	<i>69</i>
I.7	ÁREAS DE PROTECCIÓN DE RECURSOS DE VALOR NATURAL	69
I.7.1	<i>Áreas de protección de recursos de valor natural.....</i>	<i>69</i>
I.8	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ANÁLISIS DE RIESGOS Y PROTECCIÓN AMBIENTAL.....	77
I.8.1	<i>Inundaciones por desborde de cauces y anegamiento.....</i>	<i>77</i>
I.8.2	<i>Remociones en masa.....</i>	<i>77</i>
II	REFERENCIAS.....	78

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1 Clasificación climática de Köppen, comuna de O´Higgins9

Figura 2 Hidrografía comunal.....12

Figura 3 Cuencas Hidrográficas O'Higgins13

Figura 4 Mapa Hidrogeológico área comuna de O´Higgins y entorno16

Figura 5 Esquema estructural al sur de los 32°S.....17

Figura 6 Geología local18

Figura 7 Unidades geomorfológicas región de Aysén19

Figura 8 Vista desde el suroeste de las estructuras y bloques de mallines en la morfología local de Villa O´Higgins20

Figura 9 Planicies de reciente ocupación en Villa O´Higgins21

Figura 10 Geosítio Glaciar O´Higgins21

Figura 11 Cerro Mellizo sur.....22

Figura 12 Clases de capacidades de uso22

Figura 13 Ecorregiones de Aysén24

Figura 14 Mapa de las Turberas de Sphagnum en la comuna de O´Higgins25

Figura 15 Distribución de humedales y turberas en área de planificación y entorno25

Figura 16 Mapa tipos forestales en O´Higgins y comunas aledañas26

Figura 17 Huemul (Hippocamelus bisulcus), especie amenazada presente en Aysén.....29

Figura 18 Bienes protegidos en O´Higgins y comunas aledañas.....31

Figura 19 ZOIT "Provincia de Los Glaciares"32

Figura 20 Relación general entre el material del sustrato y la amplificación de la vibración durante un terremoto.....38

Figura 21 Registro sísmico entre los 46° y 49° S.....39

Figura 22 Remociones en Masa de tipo Caídas de Rocas.....41

Figura 23 Remociones en Masa de tipo Deslizamientos41

Figura 24 Remociones en Masa de tipo flujo42

Figura 25 Terrazas de inundación con periodos de retorno hipotéticos46

Figura 26 Niveles de riesgos SENAPRED 2024.....50

Figura 27 Causas generadoras SENAPRED 202451

Figura 28 Registro de noticia crecida Río Mosco 20/12/202351

Figura 29 Registro de noticia aumento caudal Río Mosco 03/03/202352

Figura 30 Fotografías de registro noticia crecida Río Mosco 20/01/2020.....52

Figura 31 Registro noticia crecida Río Mosco 05/01/202053

Figura 32 Riesgo de incendios de interfaz Villa O'Higgins, CONAF 202455

Figura 32 Frecuencia de deslizamientos en función de la pendiente del terreno57

Figura 33 Deslizamiento cuenca Río Mosco.....60

Figura 34 Caída de rocas cerro Santiago Villa O´Higgins61

Figura 35 Remociones en masa cerro Santiago Villa O´Higgins61

Figura 36 Remociones en masa Sector alto de Bahía Bahamondez62

Figura 37 Remociones en masa Sector Candelario Mancilla62

Figura 38 Terraza de inundación río Mayer.....63

Figura 39 Terraza de inundación Río Mosco entre Ruta 7 y enrocado Río Mosco.....64

Figura 40 Enrocado río Mosco.....64

Figura 41 Inicio obras de contención río Mosco.....65

Figura 42 Inicio obras de contención río Mosco.....65

Figura 43 Áreas de riesgo Villa O´Higgins.....66

Figura 44 Áreas de riesgo en Bahía Bahamondez67

Figura 45 Áreas de riesgo en Candelario Mancilla68

Figura 46 Plano del Bien Nacional Cuenca del Río Mosco:72

Figura 47 Plano del Bien Nacional Protegido Rio azul:74

Figura 48 Plano del Bien Nacional Protegido Santa Lucía - Lago O'Higgins:75

Figura 49 Plano del Bien Nacional Protegido Santa Lucía - Lago O'Higgins:76

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Línea base (1980 - 2010) - Escenario 205010

Tabla 2 Precipitaciones máximas anuales en 24hrs, Estación DGA Villa O'Higgins11

Tabla 3 Resumen cuencas hidrográficas, comuna de O ´ Higgins14

Tabla 4 Tipos forestales región de Aysén.....26

Tabla 5 Especies amenazadas en la región de Aysén.27

Tabla 6 Objetos de conservación definidos para la región de Aysén.....28

Tabla 7 Áreas silvestres protegidas región de Aysén30

Tabla 8 Niveles y categorías de riesgo volcánico39

Tabla 9 Resumen de incidentes o emergencias (encargado comunal de emergencias de Villa
O ´ Higgins).....48

Tabla 10 Registro de riesgos naturales y antrópicos por Desinventar Sendai para comuna de
Villa O ´ Higgins.....49

Tabla 11 Puntos críticos programa de invierno 2024 SENAPRED50

Tabla 12 Resumen de factores que condicionan desencadenan cada peligro geológico y
criterios de zonificación de la susceptibilidad58

Tabla 13 Historia Legal Parque Nacional Bernardo O´Higgins70

Tabla 14 Historia Legal Bien Nacional Protegido Cuenca del Río Mosco71

Tabla 15 Historia Legal Bien Nacional Publico Río Azul.....73

I INTRODUCCIÓN

Se presenta a continuación los resultados preliminares del Estudio de Riesgos Naturales, cumpliendo con la Ley General de Urbanismo y Construcciones y el proceso de Evaluación Ambiental Estratégica, permitiendo así identificar las limitantes y las potencialidades que ofrece el territorio para su desarrollo.

I.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo de este trabajo es generar un estudio fundado de riesgo y protección ambiental, identificando y delimitando en el área de estudio los riesgos que han de ser incorporados y/o adecuados en la Actualización Plan Regulador Comunal, de acuerdo con lo señalado por el artículo 2.1.17 y 2.1.18 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC). Junto con ello se identificarán las áreas de protección de recursos de valor natural.

Los objetivos específicos de este estudio consisten en:

- Elaborar un catastro, descripción y reconocimiento de los principales peligros de origen natural y antrópico que pueden afectar al área de estudio, así como sus factores condicionantes y detonantes.
- Identificar y describir los tipos de riesgos presentes en el área de estudio.
- Delimitar las áreas de riesgos consideradas en el área de estudio.

I.1.1 Marco Jurídico

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC), en su art. 2.1.17 "Disposiciones complementarias" indica que en los planes reguladores podrán definir áreas restringidas al desarrollo urbano, por constituir un riesgo potencial para los asentamientos humanos. Dichas áreas, se denominarán "áreas de riesgo" o "zonas no edificables" según sea el caso de acuerdo con la siguiente descripción.

Por "áreas de riesgo", se entenderán aquellos territorios en los cuales, previo estudio fundado, se limite determinado tipo de construcciones por razones de seguridad contra desastres naturales u otros semejantes, que requieran para su utilización la incorporación de obras de ingeniería o de otra índole, suficientes para subsanar o mitigar tales efectos. En el marco del presente estudio, "áreas de riesgo" son definidas como las zonas susceptibles a ser afectadas por un "peligro geológico".

Las "zonas no edificables" corresponderán a aquellas franjas o radios de protección de obras de infraestructura peligrosa, tales como aeropuertos, helipuertos, torres de alta tensión, embalses, acueductos, oleoductos, gaseoductos, u otras similares, establecidas por el ordenamiento jurídico vigente.

De acuerdo con la OGUC, las "áreas de riesgo" se determinarán en base a las siguientes características:

- a. Zonas inundables o potencialmente inundables, debido entre otras causas a maremotos o tsunamis, a la proximidad de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos. De acuerdo con las definiciones utilizadas en este informe, corresponde a las áreas de riesgo por desbordes de cauces y anegamiento.
- b. Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas, Corresponde a los peligros geológicos de remociones en masa

- c. Zonas con riesgo de ser afectadas por actividad volcánica, ríos de lava o fallas geológicas, no zonificados en este estudio
- d. Zonas o terrenos con riesgos generados por la actividad o intervención humana. Corresponde a riesgo de incendio.

Para autorizar proyectos a emplazarse en áreas de riesgo, se requerirá que se acompañe a la respectiva solicitud de permiso de edificación un Estudio Fundado, elaborado por profesional especialista y aprobado por el organismo competente, que determine las acciones que deberán ejecutarse para su utilización, incluida la Evaluación de Impacto Ambiental correspondiente conforme a la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, cuando corresponda.

Haciendo una agrupación de las amenazas de origen natural que generan la definición de zonas de riesgo según la OGUC, se reconocen procesos de inundación y anegamiento; remociones en masa e incendios. Además de lo anterior, la Norma Chilena de Construcción incorpora las variables sísmicas, considerando que Chile es uno de los países más sísmicos del mundo (amenaza de la cual sólo se hará referencia en el presente estudio). Más adelante se presenta una descripción de las amenazas antes señaladas.

Las "áreas de protección de recursos de valor natural" corresponden a todas aquéllas en que existan zonas o elementos naturales protegidos por el ordenamiento jurídico vigente, tales como: bordes costeros marítimos, lacustres o fluviales, parques nacionales, reservas nacionales y monumentos naturales.

I.2 LÍNEA DE BASE ÁMBITO FÍSICO Y NATURAL

Con el estudio del Sistema Físico y Natural se determinan las cualidades del medio natural presentes en el territorio, su vulnerabilidad y las condiciones de protección que deberían imponerse, así como la manera de restringir, implantar y proyectar los posibles usos a definir en futuras etapas del estudio. Se trata de encontrar la aptitud de cada espacio territorial en función sus características intrínsecas, a fin de determinar sus condiciones de uso y distribuir, mediante la planificación futura, sus diversas modalidades en función de las demás componentes analizadas en el estudio: socioeconómicas, infraestructura, sanitaria, etc., que influirán en los objetivos de planificación territorial.

En este capítulo se identifican las principales características del medio físico natural del área de estudio, entre las que se encuentran su geomorfología, clima, hidrología, hidrogeología local, geología, edafología y recursos bióticos más relevantes en cuanto a vegetación y fauna. Se incluyen de igual forma en este apartado el análisis de las áreas protegidas y el turismo asociado al territorio (asociado principalmente a sus paisajes) por considerarse de relevancia para el diagnóstico de las capacidades de uso de este y la futura planificación sobre él.

Este capítulo corresponde a la línea de base común para el Estudio de Riesgos y de Protección Ambiental a desarrollarse a lo largo del Plan, el cual es de carácter obligatorio para los PRC según la Ley General de Urbanismo y Construcciones y su Ordenanza.

I.2.1 Clima

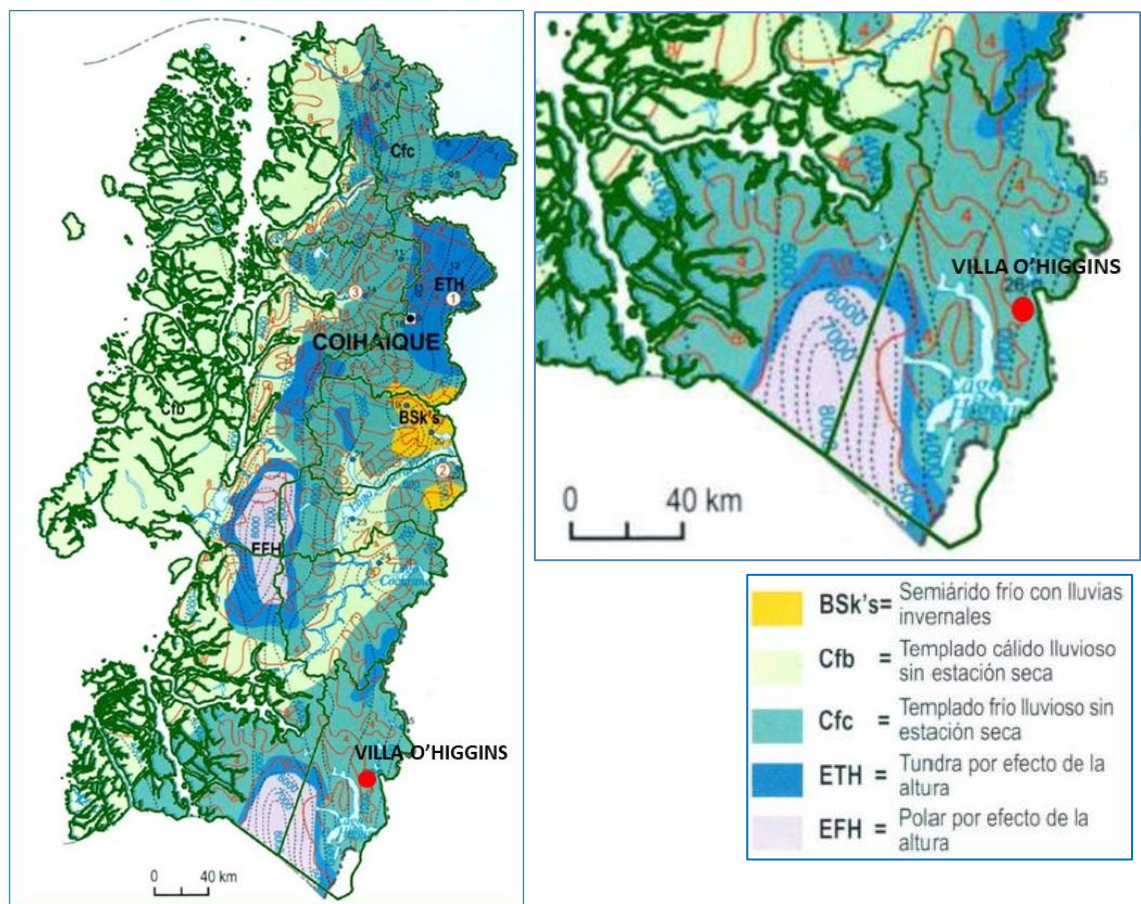
El clima que caracteriza a la Región de Aysén es el clima frío oceánico de bajas temperaturas, con abundantes precipitaciones, fuertes vientos y mucha humedad. La Comuna de O'Higgins, por su parte, presenta características de un clima de estepa fría de la vertiente oriental de los Andes Patagónicos o transandinos.

El área de estudio, al estar protegida por el cordón montañoso de la cordillera de Los Andes, posibilita una disminución notable de las precipitaciones, en comparación con el sector de archipiélagos que se encuentran en la misma latitud. Las temperaturas son generalmente bajas, oscilando en promedio entre los 7 y 14°C en el mes de temperaturas más cálidas.

Según la Clasificación de Köppen a la comuna de O'Higgins le corresponden los siguientes climas:

- Cfc (Templado frío lluvioso sin estación seca). Los meses con temperatura media superior a 10 °C son menos de cuatro al año. Es el clima oceánico frío, próximo a las zonas polares, con una oscilación anual muy escasa, temperaturas siempre por encima de -3 °C y lluvias constantes y generalmente abundantes
- ETH (Tundra por efecto de la altura). La temperatura media del mes más cálido está entre 0 °C y 10 °C. La vegetación es únicamente de hierbas en estos meses donde se superan los 0 °C (T de Tundra)
- EFH (Polar por efecto de la altura) La temperatura media del mes más cálido es inferior a 0 °C. No existe ningún tipo de vegetación

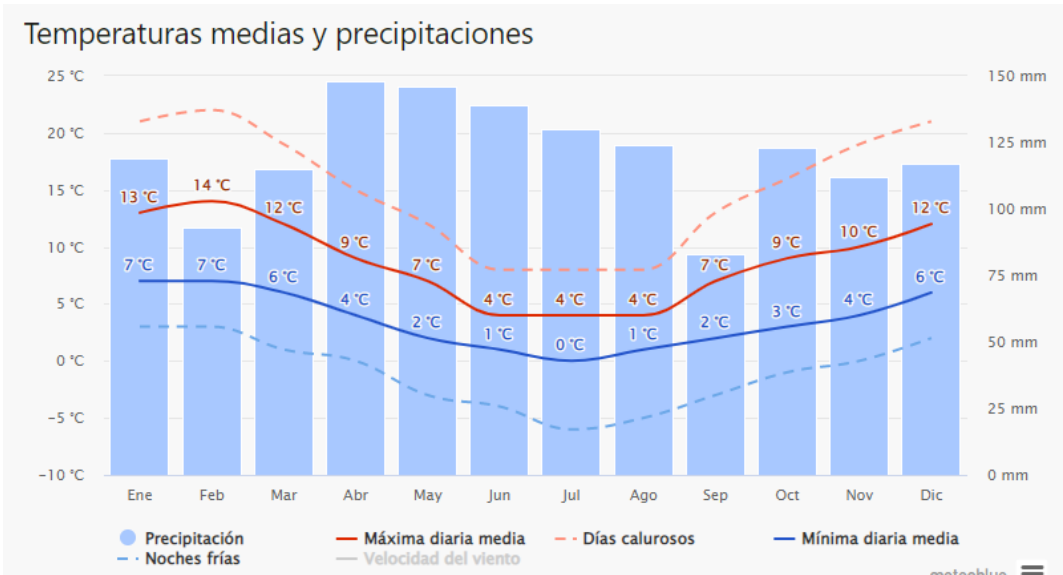
Figura 1 Clasificación climática de Köppen, comuna de O´ Higgins



Fuente: Instituto Geográfico Militar, 2005.

En el siguiente gráfico se puede revisar la media de temperaturas mínimas y máximas por mes para Villa O´Higgins, así como también la cantidad de precipitaciones promedio según un análisis que toma en cuenta un horizonte temporal de los últimos 30 años¹.

Gráfico 1 Temperaturas medias y precipitaciones



Fuente: Meteoblue.

¹ https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/villa-o%27higgins_chile_6694355.

Según lo observado en el gráfico, la "máxima diaria media" (línea roja continua) que muestra la media de la temperatura máxima de un día por cada mes de Villa O'Higgins, oscila en los meses cálidos (diciembre – marzo) entre los 12 y 14°C, mientras que en los meses más fríos (junio – septiembre) varía entre los 7 y los 4°C. Del mismo modo, la "mínima diaria media" (línea azul continua) se presenta entre los 6 y 7°C entre diciembre y marzo, mientras que para los meses de invierno muestra una fluctuación entre los 0 y los 2°C. Los días calurosos y noches frías (líneas azules y rojas discontinuas) muestran la media del día más caliente y noche más fría de cada mes en los últimos 30 años.

En el caso de las precipitaciones, el diagrama expone para Villa O'Higgins una cantidad que se mantiene entre los 75 y los 150 mm aproximadamente para todos los meses del año, vale decir, si bien comparativamente con otras ciudades de la zona austral de Chile no se presentan precipitaciones continuas con una alta intensidad, estas si se dan en el territorio durante todo el año.

I.2.1.1 Cambio climático

De acuerdo con el estudio "Elaboración de una base digital del clima comunal de Chile: línea base (1980-2010) y proyección al año 2050", encomendado por el Ministerio del Medio Ambiente para la comuna de O'Higgins presenta los siguientes resultados.

En cuanto a los resultados de la temperatura en la comuna se observa un aumento de la Temperatura media del período estival (Diciembre - Enero - Febrero) de 1,4º Celsius respecto de la proyección del escenario del año 2050 y un aumento de 1,7º Temperatura media del período invernal (Junio - Julio - Agosto).

Respecto de los resultados de las precipitaciones en la comuna se observa una disminución de la precipitación normal anual de 40 mm respecto de la proyección del escenario del año 2050, como se puede observar en la siguiente tabla.

En general la proyección de temperatura y precipitaciones al año 2050, supone un aumento de las temperaturas tanto en época estival como en invernal, especialmente en invierno (mes de julio) y una leve disminución de las precipitaciones.

Tabla 1: Línea base (1980 - 2010) - Escenario 2050

ESCENARIO	TXE	TNE	TXJ	TNJ	Temed	Tjmed	PPA	PPA MIN	PPA MAX
LINEA BASE (1980 - 2010)	13,4	5,3	3,5	-4,8	8,9	-0,6	1515	968	2029
ESCENARIO 2050	15,2	6,6	5,1	-2,7	10,3	1,1	1475	932	1996
DIFERENCIA	1,8	1,3	1,6	2,1	1,4	1,7	-40	-36	-33
TXE: Temperatura máxima estival (Máxima media del mes más cálido, ENERO).									
TNE: Temperatura mínima estival (Mínima media del mes más cálido, ENERO).									
TXJ: Temperatura máxima invernal (Máxima media del mes más frío, JULIO).									
TNJ: Temperatura mínima invernal (Mínima media del mes más frío, JULIO).									
Temed: Temperatura media del período estival (Diciembre - Enero - Febrero).									
Tjmed: Temperatura media del período invernal (Junio - Julio - Agosto).									
PPA: Precipitación normal anual.									
PPA MIN: Precipitación anual más baja en cada subcomuna.									
PPA MAX: Precipitación anual más alta en cada subcomuna.									

Fuente: <http://basedigitaldelclima.mma.gob.cl>

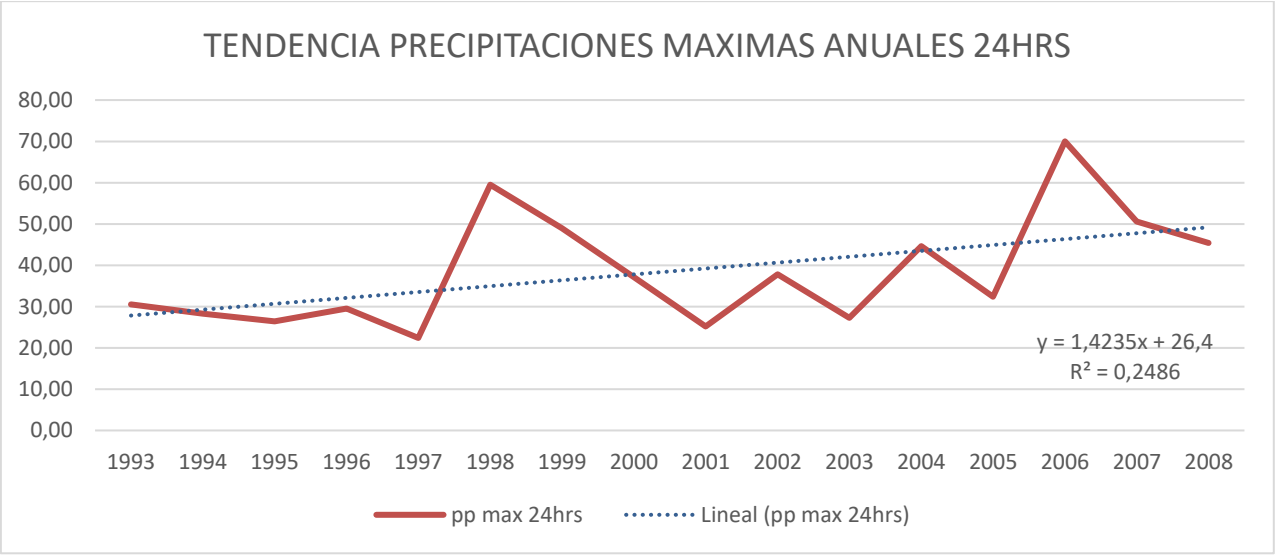
Precipitaciones máximas anuales en 24 hrs.

De acuerdo a las precipitaciones máximas anuales de la estación Villa O’Higgins con registros desde 1993 a 2008 existe una tendencia a aumento de la precipitación máxima en 24hrs. Los registros con valores cercanos o superiores a 60 mm en 24 horas son detonadores de procesos de inundaciones por desborde de cauces y anegamientos, como también de procesos de laderas (remociones en masa). Si bien se registran solo 2 eventos (años 1998 y 2006) en este rango la gráfica de tendencia supones un aumento de la intensidad aunque la proyección del promedio anual de precipitaciones disminuya 40 mm al año 2050.

Tabla 2 Precipitaciones máximas anuales en 24hrs, Estación DGA Villa O’Higgins

AÑO	FECHA	MAXIMA EN 24 HS. PRECIPITACION (mm)
1993	06/10	30,50
1994	16/05	28,30
1995	02/01	26,40
1996	27/04	29,50
1997	03/05	22,40
1998	02/07	59,50
1999	17/06	49,00
2000	26/09	37,10
2001	01/11	25,20
2002	13/03	37,80
2003	15/03	27,30
2004	02/06	44,60
2005	05/03	32,40
2006	13/06	70,00
2007	14/04	50,60
2008	25/06	45,40

Fuente: DGA <https://snia.mop.gob.cl/bnaConsultas/reportes>

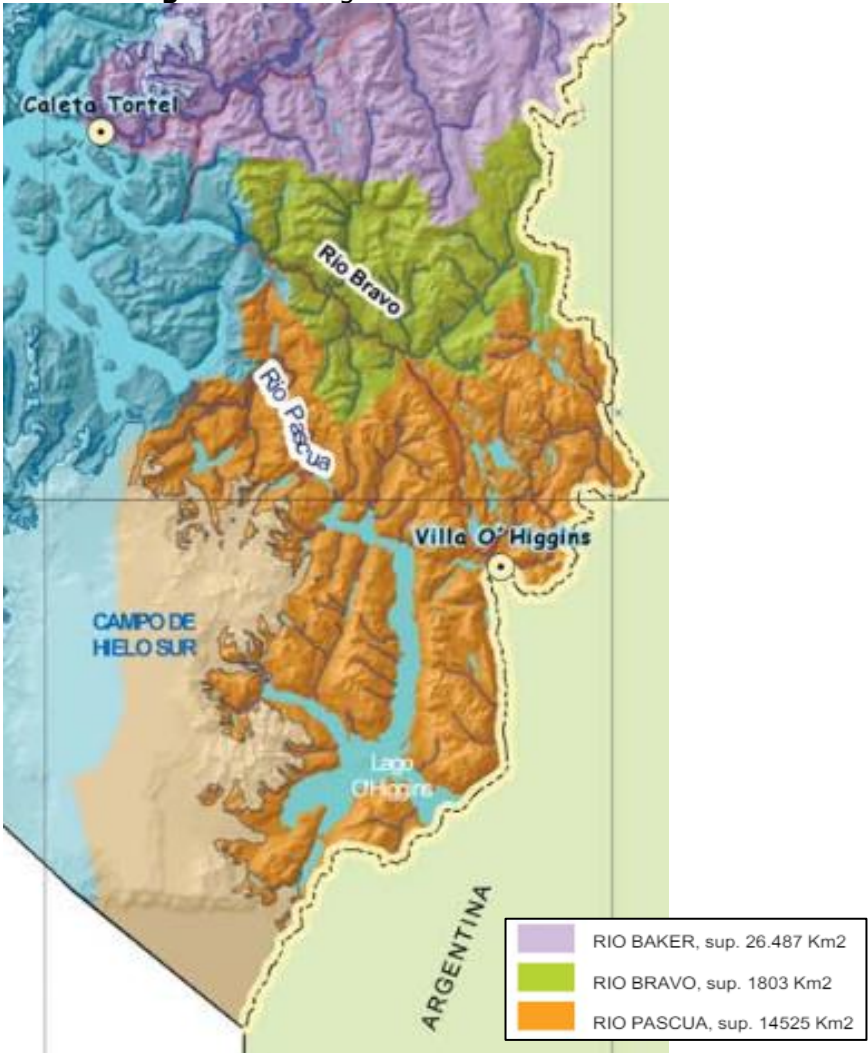


Fuente: Elaboración propia en base a DGA <https://snia.mop.gob.cl/bnaConsultas/reportes>

I.2.2 Hidrografía

La Región de Aysén cuenta con 33 estaciones fluviométricas, 37 estaciones meteorológicas y 4 para medición de nivel de lago. En Aysén se cuenta con 48 estaciones con transmisión satelital de las cuales 20 se ubican en río Baker y 2 en río Pascua (MOP, 2012). En el entorno de Villa O’Higgins existen tres estaciones meteorológicas, tres estaciones fluviométricas y de monitoreo del nivel de Lago O’ Higgins (DGA, 2016). Los ríos de mayor incidencia de la región nacen en la vertiente oriental andina, los cuales son frenados por depósitos fluvio glaciales y morrenas que forman valles y desfiladeros, desembocando en amplios fiordos. En la figura a continuación se muestran los principales ríos, lagos y lagunas que conforman el sistema hidrológico de la comuna.

Figura 2 Hidrografía comunal



Fuente: Atlas Región de Aysén, GORE Aysén, 2005.

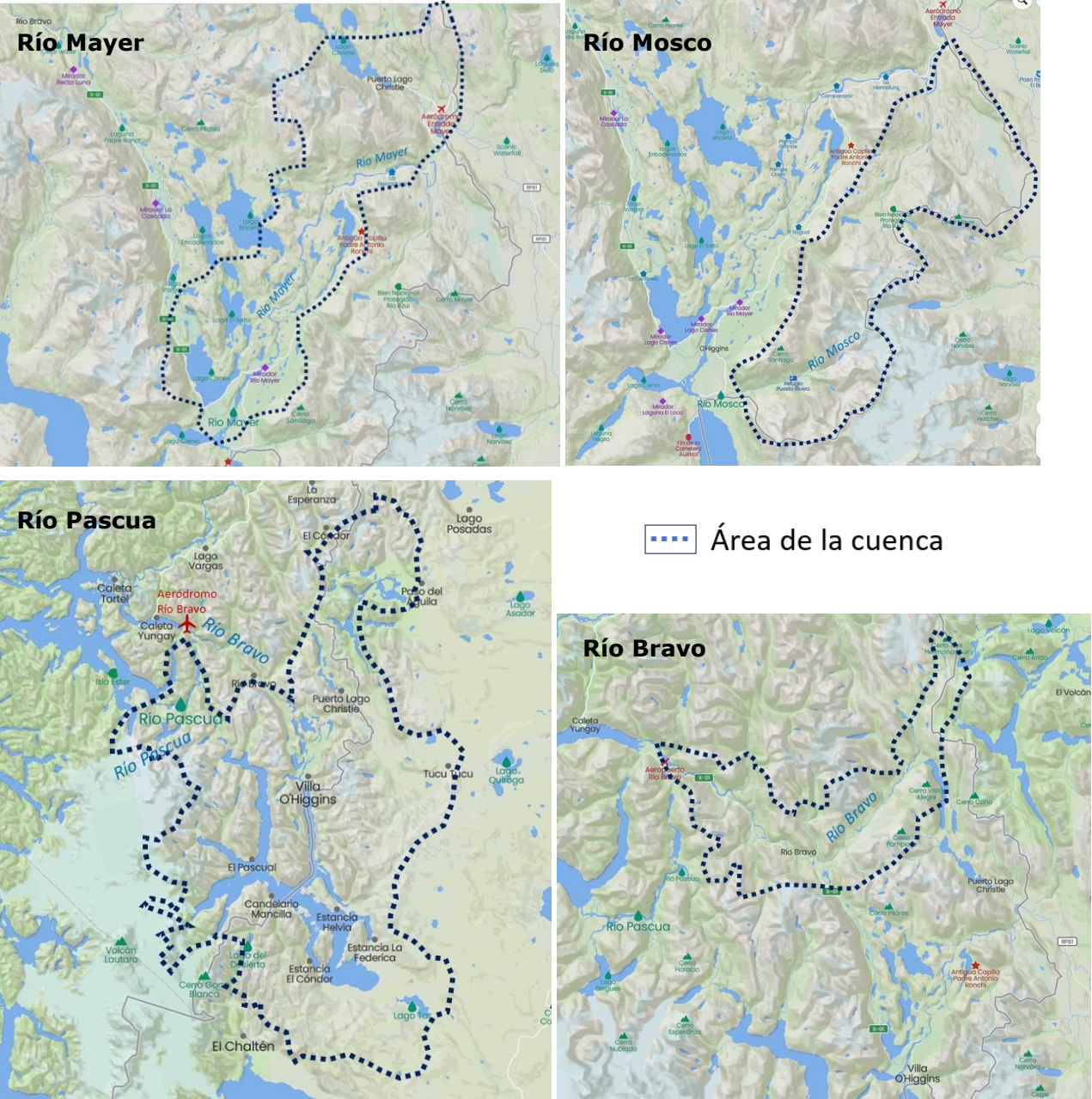
En la región de Aysén se ubican algunos de los lagos más extensos del país, entre los que destacan el lago General Carrera y el lago O'Higgins. Por otro lado, los principales ríos de la región son el Baker, Pascua, Palena, Aysén, Cisnes, Bravo, Mayer y Mosco. Las 4 cuencas hidrográficas de mayor relevancia, con ríos caudalosos transandinos de régimen mixto, corresponden a los ríos Palena, Cisnes, Aysén y Baker. Asimismo, se identifican 3 cuencas de alimentación glacial asociadas a los ríos Pascua, Mosco y Bravo, y dos extensos Campos de Hielo: Campo de Hielo Norte y Campo de Hielo Sur, los cuales se emplazan parcialmente dentro de la Región². A continuación, se caracterizan las cuatro cuencas principales que se relacionan con la comuna de O'Higgins.

² GORE/CIEP, Aysén, 2021.

Cuencas hidrográficas ríos Mayer, Mosco, Bravo y Pascua, zona O’Higgins

En la zona de la comuna de O’Higgins las cuencas hidrográficas más importantes son las del río Mayer, Mosco, Bravo y Pascua, esta última conteniendo el lago O'Higgins (260 msnm; lado chileno: 529 km2, 836 m de profundidad).

Figura 3 Cuencas Hidrográficas O'Higgins



Fuente: Intervención sobre mapa mapcarta.com.

Cuenca río Mayer

El río Mayer, de 110 km de longitud y 3.366 km² de cuenca, nace en Argentina y desemboca en el lago O'Higgins. En el lado chileno, su cuenca tiene 50 km de largo y 1.400 km² de superficie. Es la principal fuente del sistema lacustre O'Higgins - San Martín. Nace en una laguna a 15 km del lago San Martín, corre 24 km hacia el nororiente y luego 40 km hacia el norte, cruzando la frontera internacional antes de cambiar su dirección hacia el sur en Chile. (Niemeyer, 1980).

Cuenca río Mosco

El río Mosco, de 10 km, se encuentra entre Argentina y Chile, en el Campo de Hielo Sur. Villa O'Higgins se sitúa en el abanico aluvial del río, que mide 2,5 km de largo y 4-5 km de ancho

en la base. La cuenca del río Mosco, un Bien Nacional Protegido de 10.316,52 ha, es hábitat del huemul y se destaca por su paisaje montañoso y el Glaciar Mosco, que ha retrocedido 2 km en 60 años. La zona presenta numerosas caídas de agua, lagunas cordilleranas y morrenas. Su flora incluye especies como el Calafate, Chilco y Notro. La cuenca es notable por su belleza escénica y está asociada a riesgos de inundación cerca de Villa O'Higgins.

Cuenca río Pascua

La cuenca hidrográfica del río Pascua, de 14.760 km², se extiende en un 45,5% en territorio chileno. Aquí se encuentran los lagos O'Higgins en Chile y San Martín en Argentina. El río Pascua, uno de los más caudalosos de Chile con un caudal de 700 m³/s³, nace de la ribera norte del lago O'Higgins y desemboca en el fiordo Calén tras recorrer 62 km. Esta cuenca internacionalmente compartida es vital por sus recursos hídricos, limitando al norte con la cuenca del río Bravo y al sur con la subcuenca del lago Viedma, entre otros cuerpos de agua (Niemeyer, 1980). La cuenca del río Pascua es una de las regiones más remotas y prístinas de Chile, siendo también uno de los lugares con mayor población de huemules del país, la cual está priorizada por el MMA para la conservación de la biodiversidad⁴.

Respecto del potencial hidroeléctrico de esta cuenca, en 2016 el potencial para el río Pascua era de 1.694 MW (Ministerio de Energía, 2016). La conservación y el aprovechamiento sostenible de las cuencas son prioritarios para la biodiversidad y el desarrollo energético del país.

Cuenca río Bravo

Al sur de los Campos de Hielo, en los glaciares ubicados al sur del cerro San Lorenzo, nace el río que tiene una cuenca de 1.920 km² que desemboca en el fiordo Mitchell tras un recorrido de 90 km. En su desembocadura, el río tiene unos 200 m de ancho y es navegable por embarcaciones menores en su curso inferior. Limita al norte con la hoya del río Baker y, al oriente, sur y poniente, con la cuenca del río Pascua en su curso medio e inferior. Su caudal medio es de 30 m³/s, y sus principales afluentes son los ríos Desplayes, Año Nuevo y del Camino.⁵ (Niemeyer, 1980).

El régimen del río es marcadamente nival, recibiendo varios tributarios de grandes glaciares y lagunas pequeñas en su curso superior. Cerca de su desembocadura, el río se ensancha en un lago alargado de 6 km, donde recibe al río Ventisquero. En el Cordón Patagónico Oriental, alrededor de Villa O'Higgins, se encuentran los cerros Santiago (1.600 msnm) y Submarino (1.850 msnm); al poniente, el Cordón Nevado alcanza hasta 2.000 msnm (Ilustre Municipalidad de O'Higgins, 2011). Estos cerros de gran altura con nieves perpetuas contribuyen significativamente a la red hidrográfica de la región (ver Tabla resumen cuencas hidrográficas comuna de O'Higgins).

Tabla 3 Resumen cuencas hidrográficas, comuna de O´Higgins

RÍO	MAYER	MOSCO	BRAVO	PASCUA
Nacimiento	Cordillera de los Andes, lado argentino, subcuenca del río Pascua. 48°27´/72´°35´´	Cordillera de los Andes, Cerro Santiago	C° San Lorenzo 47°57´54´´/ 73°11´47´´	Lago O´Higgins-San Martín a 255 msnm
Largo	125 km, ancho variable. 50km en Chile	10 km	91 km	62 km
Superficie	4.200 km ² , 1.400 km en Chile.	10.316 ha	1.803 km2	14.760 km2 (45,5% en Chile.

³ <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region11/hidrografia.htm>.

⁴ https://issuu.com/psegura/docs/tesis_dah_final. Ver: Álvarez Hernández, Daniela, Concentración de la propiedad sobre derechos de aprovechamiento de aguas en cuencas de los ríos Baker y Pascua: Impactos en el ejercicio de derechos fundamentales de los usuarios ribereños. 2016.

⁵ www.bcn.cl/, op cit.

Caudal medio	m³/s	m³/s	30 m³/s	574 m³/s 629 m³/s
Curso	El curso inferior del río Mayer es muy caudaloso y su alvéolo es estrecho, abierto a la roca abrupta cubierta con una delgada capa vegetal		Es navegable por embarcaciones menores en su curso inferior	
Régimen	Pluvio-nival	Pluvio-nival	Pluvio-nival	Lacustre
Desembocadura	Lago O´Higgins		Fiordo Mitchel	Fiordo Calén
Roca de Caja	Metamórfica paleozoica	metamórfica paleozoica	metamórfica paleozoica.	metamórfica paleozoica.
Áreas protegidas	Bien Nacional Protegido Río Azul; humedales	Bien Nacional Protegido; humedales		
Elementos de relevancia	Relación directa con polígono de planificación urbana	Relación directa con polígono de planificación urbana		Contiene Lago O´Higgins y las cuencas de los Ríos Mayer y Mosco. Priorizado por el MMA para la conservación de la biodiversidad

Fuente: Pulso SpA sobre la base de información secundaria.

I.2.3 Hidrogeología

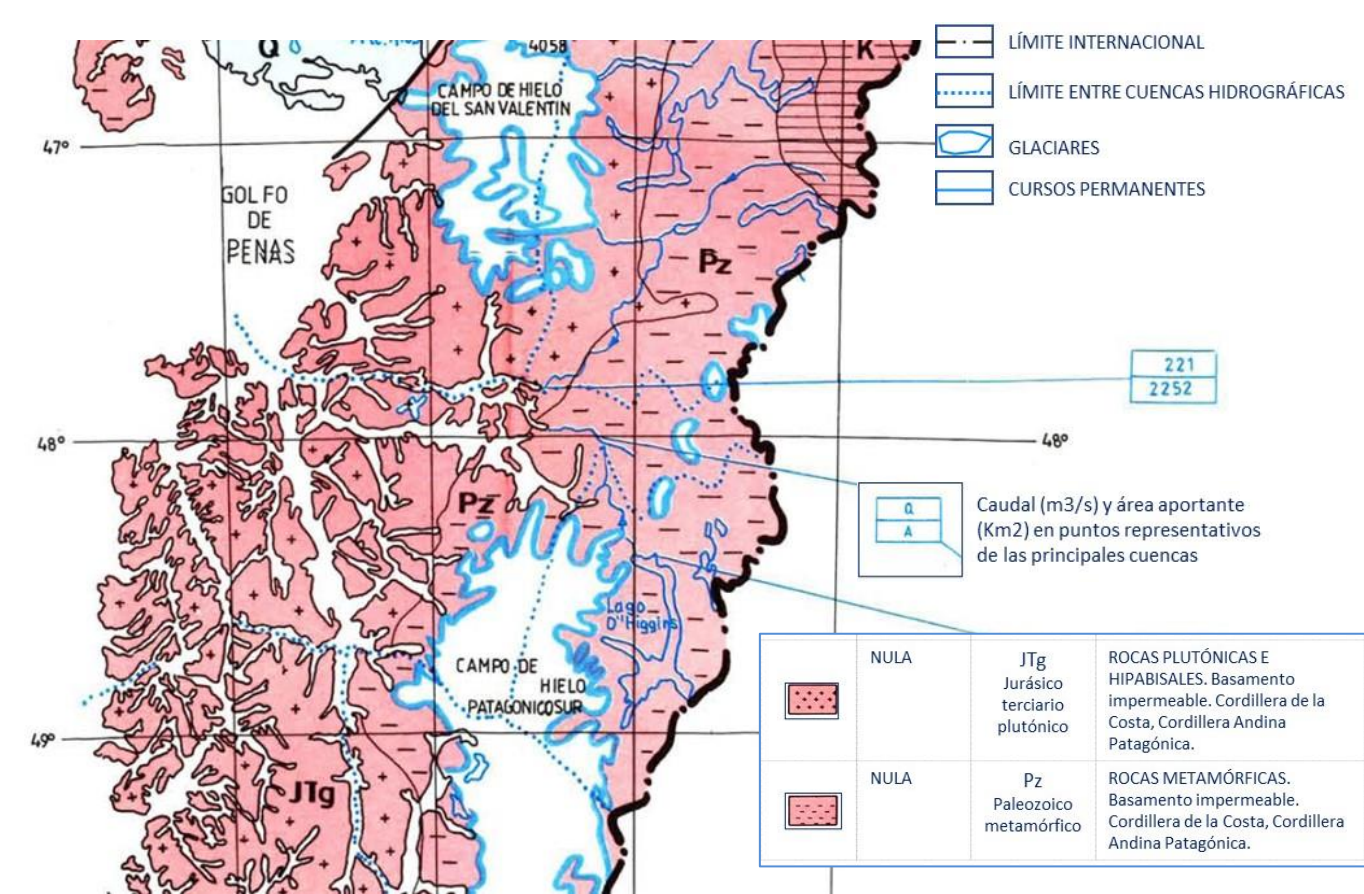
Villa O’Higgins se encuentra en una terraza fluvial a 250 msnm, con materiales cuaternarios favorables para acuíferos hasta una profundidad de 10-20 m, sobre depósitos lacustres o glaciolacustres poco permeables. Los lechos de los ríos están compuestos por gravas arenosas sueltas y permeables, conteniendo napas no confinadas, mientras que las terrazas tienen gravas arenosas con mayor porcentaje de finos⁶.

En la zona de Villa O’Higgins, se identificaron dos unidades con alto a moderado potencial hidrogeológico en depósitos fluviales y eólicos del Holoceno, ubicadas entre los lagos Cisnes y Ciervo, así como también en los cauces de los ríos Mayer y Mosco. También se encontraron unidades con potencial hidrogeológico moderado a bajo en depósitos aluviales, deltaicos, coluviales y de terraza 'kame'. Depósitos morrénicos y de remoción en masa se clasificaron con bajo potencial hidrogeológico, mientras que los depósitos sedimentarios lacustres y las rocas volcánicas y volcano-sedimentarias, así como las del Complejo Metamórfico Andino Oriental, se identificaron con nulo potencial hidrogeológico.

El siguiente mapa de la hidrogeología general de la comuna de O´Higgins de la Dirección General de Aguas (DGA, 1986) considera como base las características de las unidades geológicas reconocidas en el área.

⁶ Estudio del mapa hidrogeológico nacional. DGA, 1986.

Figura 4 Mapa Hidrogeológico área comuna de O´Higgins y entorno



Fuente: Mapa hidrogeológico de Chile, DGA 1986, base IGM.

I.2.4 Geología

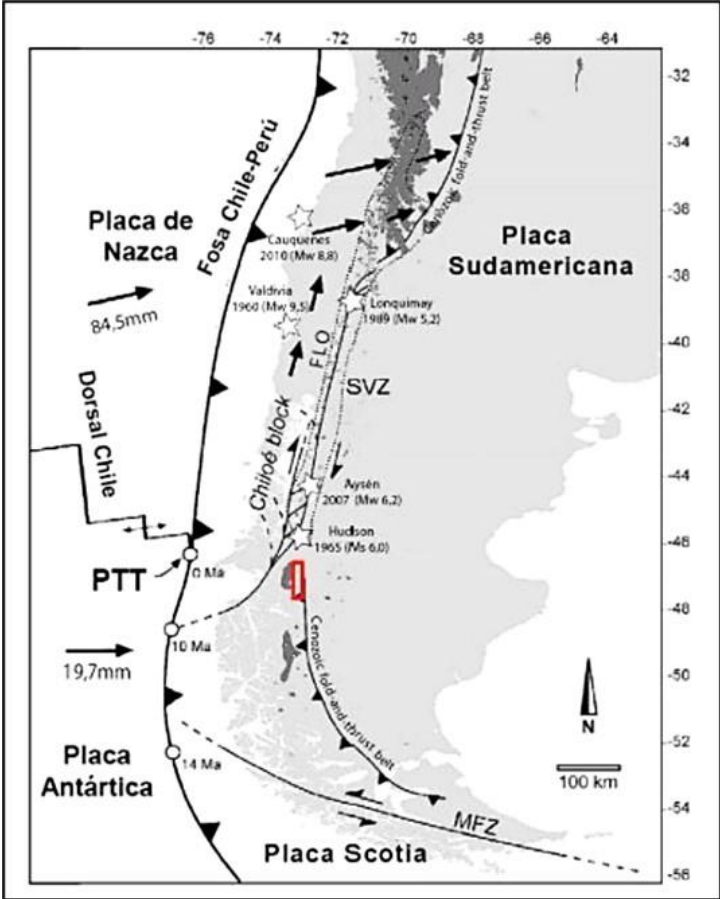
Estructuras regionales

El área está atravesada por fallas regionales con direcciones NNE y NS, y por pliegues en diversas direcciones que reflejan la evolución tectónica de la región desde el Paleozoico hasta el Holoceno.

Se destacan fallas inversas significativas, como la Falla Bahía Pescado, ubicada en el borde occidental de la Península La Florida, que conecta el Complejo Metamórfico Andino Oriental con la Formación Ibáñez. Las capas de la Formación Ibáñez se encuentran dispuestas de forma sub horizontal o con un ligero inclinamiento, presentando pliegues de arrastre asociados a la falla inversa.

En términos regionales, Aysén y Magallanes representan la interacción tectónica entre las placas Sudamericana, de Nazca, Antártica y de Scotia. Esta interacción forma la fosa Chile-Perú, el plegamiento y fallamiento inverso cenozoico en la parte oriental de los Andes del Sur, así como las extensas fallas Liquiño-Ofqui y de Magallanes (Thiele y Hein, 1979) (ver figura Esquema Estructural al Sur de los 32° S).

Figura 5 Esquema estructural al sur de los 32°S



Fuente: AURUM-INGEROC, 2010.

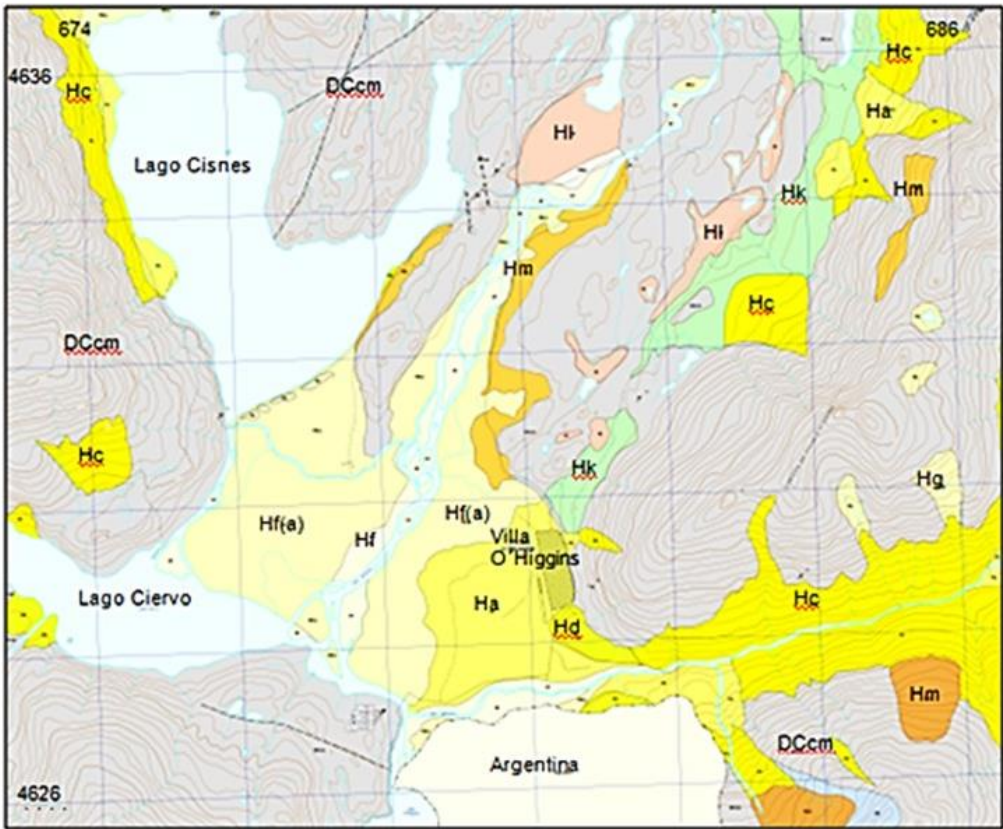
Antecedentes geológicos locales y estratigrafía⁷

Villa O’Higgins se encuentra situada sobre el abanico aluvial del río Mosco. Su entorno está compuesto principalmente por rocas metasedimentarias del Complejo Metamórfico Andino Oriental, la unidad geológica más extensa de la zona que data del Paleozoico. Las rocas más recientes son depósitos no consolidados de origen glaciar, fluvial, aluvial y lacustre, correspondientes al Holoceno.

En la siguiente figura se ilustran y describen las unidades geológicas más importantes reconocidas en la Carta Geológica 85 publicada por el SERNAGEOMIN (2004) para Villa O’Higgins y su entorno.

⁷ Los antecedentes geológicos locales han sido tomados de SERNAGEOMIN/GORE AYSÉN (2011). La geología fue realizada por Quiroz (2011) a escala 1:25.000 como parte del Informe Final del Estudio Geológico Minero Ambiental de Aysén.

Figura 6 Geología local



Leyenda de la figura

HI	Depósitos lacustres. Limos, arenas finas, escasas gravas. Parcialmente saturados de agua, cubierta de vegetación hidrófila. (Holoceno).
Hf (a,b)	Depósitos fluviales actuales, no consolidados, gravas y bloques en matriz arenosa, bancos de arena y limos, forman llanuras de inundación y barras. (Holoceno).
Hg	Depósitos glaciares. Bloques, gravas, arenas y limos de actividad glaciar reciente. Circos glaciares de reducido tamaño. (Holoceno).
Hc	Depósitos coluviales no consolidados. Bloque y gravas de fragmentos angulosos, proporciones variables de arena y limo- (Holoceno).
Hrm	Depósitos de remoción en masa. Proporciones variables de bloques, gravas, arena y limos movilizados gravitacionalmente en las laderas gatillados por sobresaturación de y/o movimientos sísmicos. (Holoceno).
Ha	Depósitos aluviales. Gravas, arenas, bloques y limos, estratificación e imbricación de clastos, forman abanicos aluviales. (Holoceno).
Hd	Depósitos deltaicos. Arenas, bloques y gravas fluvio-aluviales depositados en etapas anteriores al sistema fluvial actual. (Holoceno).
Hk	Depósitos de terraza Kame. Depósitos de bloques, gravas, arenas y limos glaciolacustres remanentes de terraza glaciar marginal. (Holoceno).
Hm	Depósitos morrénicos macizos sin estratificación. Guijarros, arena y limo y bloques subredondeados, matriz de arena fina a limo-arcillosa. (Holoceno).
DCcm	Complejo Metamórfico Andino Oriental. Metaareniscas, metagrauvacas y filitas de color gris, macizas, que localmente preservan estructuras sedimentarias primarias. Conforman el 90% de los afloramientos. (Devónico-Carbonífero Superior).

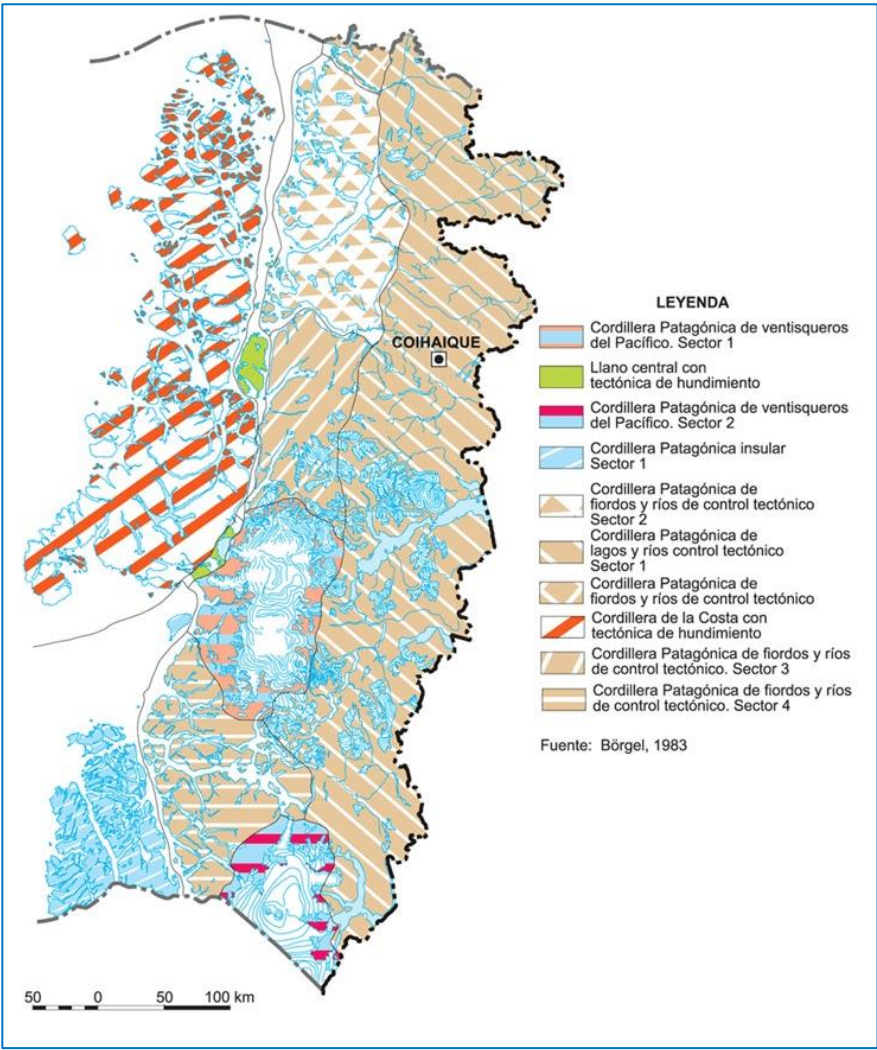
Fuente: SERNAGEOMIN/GORE Aysén, 2011.

NOTA: En la leyenda se ha resaltado los geotipos representados en el sector de Villa O'Higgins.

I.2.5 Geomorfología

A escala regional es posible diferenciar los rasgos morfológicos graficados en figura:

Figura 7 Unidades geomorfológicas región de Aysén



Fuente: Börgel 1983, Educar Chile. Base IGM.

Para O´Higgins es relevante mencionar las siguientes:

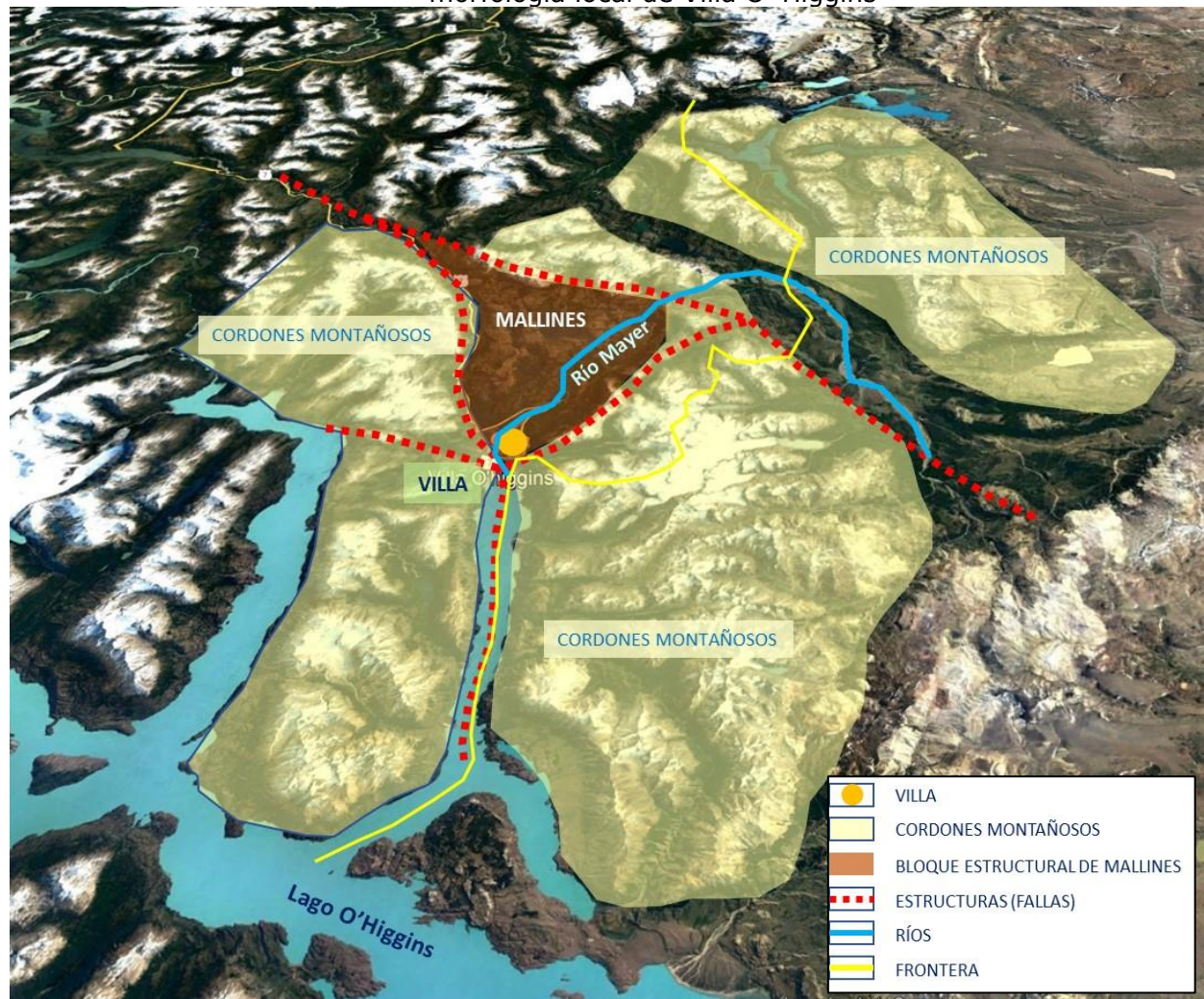
- **Cordillera Andina o Patagónica.** Esta unidad morfológica es la más importante de la región, alcanzando alturas de hasta 4.000 metros. Tiene contacto directo con el mar mediante canales, fiordos y estrechos. Se caracteriza por la presencia de glaciares y por extensos campos de hielo a gran altura. Geológicamente, está conformada por rocas metamórficas.
- **Cordillera Patagónica de Lagos y ríos control tectónico sector 1.** Ocupa territorio continental, en su mayoría al este de los principales cordones andinos. Al norte, las cordilleras orientales se conectan con la zona cordillerana volcánica activa.
- **Cordillera Patagónica de ventisqueros del pacifico sector 2.** Se ubican como relieve andino positivo al este de la zona insular y de los grandes canales australes. Las cordilleras patagónicas, al sufrir intensamente los efectos de la fragmentación en islas, canales, y senos debido a su progresivo hundimiento, se estrechan hacia el este por el avance de las cordilleras insulares. Además, en su orografía interna presentan numerosos ventisqueros, tanto aislados como encadenados.

A nivel local, morfológicamente el área de Villa O'Higgins se encuentra en una depresión intramontañosa, situada sobre el antiguo abanico aluvial del río Mosco y rodeada por cuatro cordones de cerros bajos con orientación NS. Estos cordones están compuestos por rocas metasedimentarias del Complejo Metamórfico Andino Oriental, y generan valles estrechos de origen tectónico y glacial, como el Lago O'Higgins.

El río Mosco desemboca en el extremo norte del brazo oriental del lago O'Higgins, formando un amplio abanico fluvio-aluvial donde se encuentra ubicada Villa O'Higgins. Al norte, se forma una depresión tectónica que incluye un conjunto de pequeños lagos. La forma triangular de sus bordes refleja la influencia de las fallas que se cruzan, creando una cuña triangular deprimida.

En la figura siguiente, se destacan tres cordones montañosos en amarillo, mientras que las líneas rojas segmentadas representan estructuras, en este caso, fallas que elevan o deprimen bloques estructurales al cortarse entre sí. El triángulo café indica un bloque estructural deprimido, resultado de la acción de las fallas circundantes. Esta configuración ha creado un entorno tectónico bajo propicio para la formación de mallines con niveles de agua bajos.

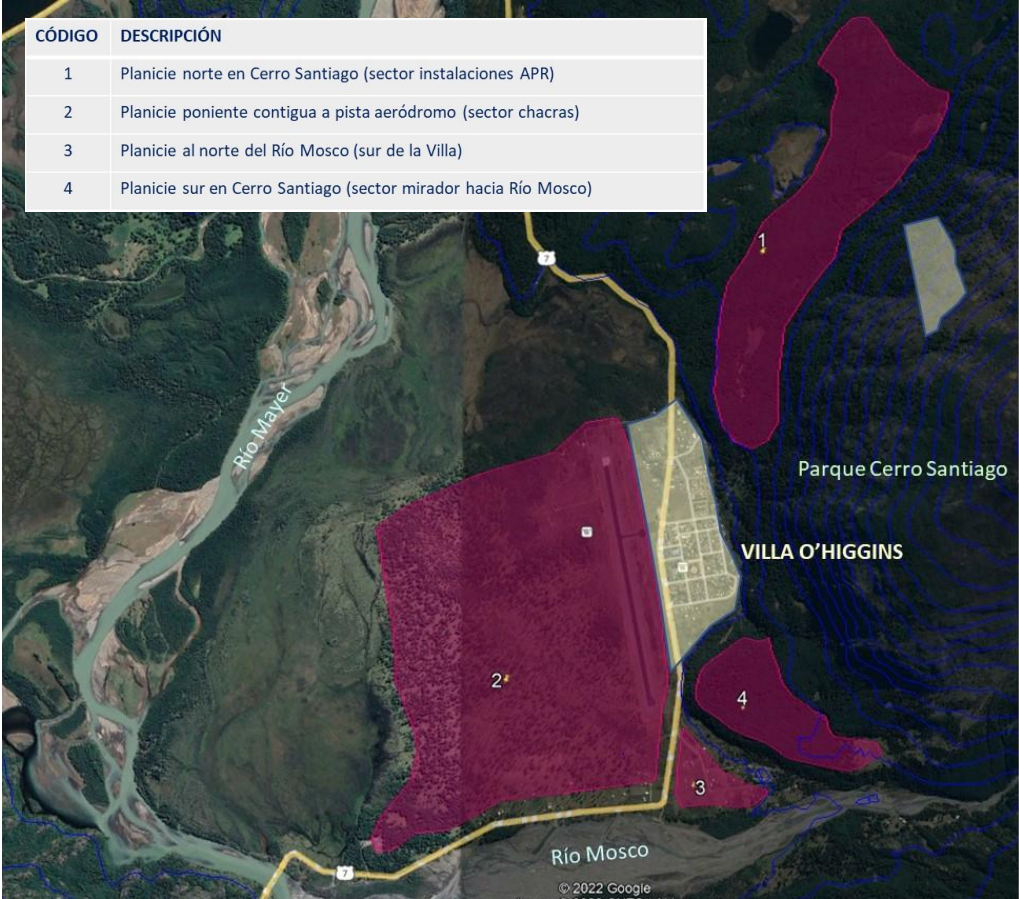
Figura 8 Vista desde el suroeste de las estructuras y bloques de mallines en la morfología local de Villa O´Higgins



Fuente: Intervención Pulso Spa sobre base Google Earth Pro.

Para Villa O´Higgins y su entorno se reconocen las siguientes planicies de reciente ocupación que deberían ser reevaluadas para determinar sus posibilidades como sectores de expansión territorial, considerando las restricciones de crecimiento existentes:

Figura 9 Planicies de reciente ocupación en Villa O´Higgins



Fuente: Intervención Pulso Spa sobre base Google Earth Pro.

Geositios en la comuna de O´Higgins

Según Andrade, Morales, Cordova y Valenzuela (2020), los geositios representan un patrimonio geológico significativo con valor científico y ambiental para la región. La Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS) promovió el proyecto Global Geosites entre 1996 y 2003 para crear un inventario mundial de geositios. En Chile, la Sociedad Geológica de Chile (SGCh) ha impulsado desde 2007 el Programa de Detección y Establecimiento de Geositios, destacando la región de Aysén por su vasto y diverso patrimonio geológico. Todos los lugares postulados al inventario de la SGCh en esta región fueron aceptados, evidenciando su valor patrimonial.

Figura 10 Geosito Glaciar O´Higgins



Fuente: Sitio web Geoaysen.cl

En la comuna de O'Higgins, el único geositio registrado es el Glaciar O'Higgins en los Campos de Hielo Sur. Además de su valor científico, estos geositios tienen un potencial turístico significativo. Otros hitos naturales en la comuna incluyen el cerro O'Higgins, el cerro Steffen, ambos superando los 2.800 msnm, y el cerro Mellizo Sur que supera los 3.200 msnm. Estos cerros se ubican hacia el sector de los Campos de Hielo Sur, parcialmente situados al poniente de O'Higgins.

Figura 11 Cerro Mellizo sur

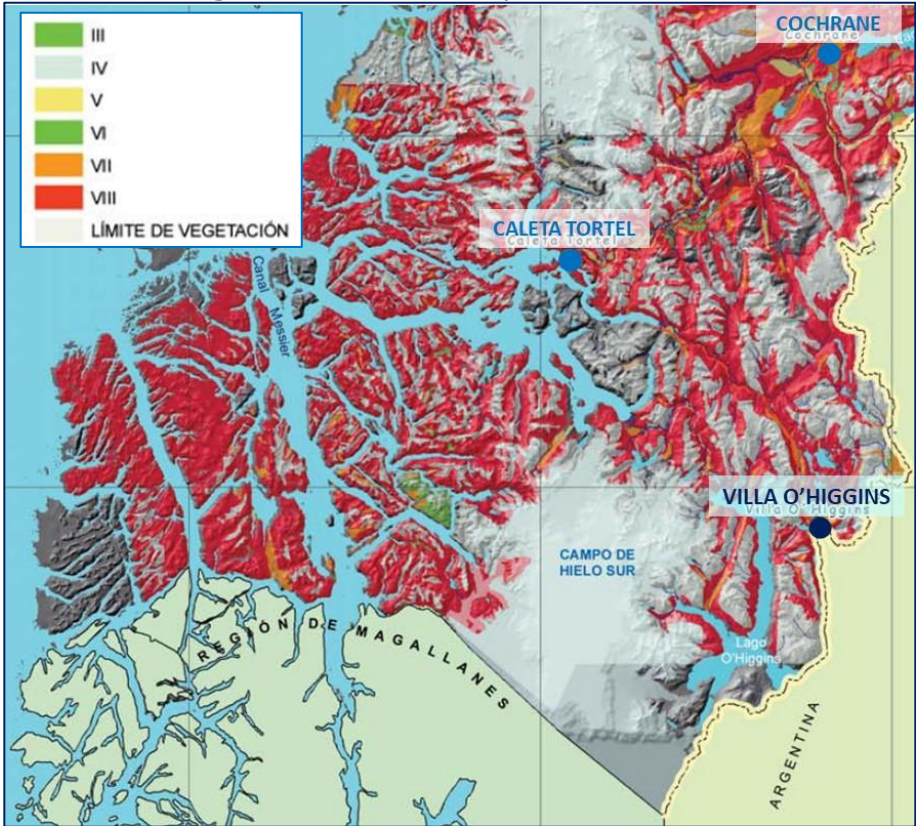


Fuente: Sitio web Mapio.net

I.2.6 Edafología y Erosión

La comuna de O'Higgins cuenta con aproximadamente 800.000 ha, de las cuales 45.100 están actualmente ocupadas por productores dedicados a la ganadería. Junto con lo anterior, se estima que cerca de 25.000 ha, tienen potencial para ser implementadas para uso silvoagropecuario, siendo posible en éstas el establecimiento de praderas a través de limpias, fertilización y siembra. Sus suelos se encuentran clasificados en las Clases VII y VIII.

Figura 12 Clases de capacidades de uso



Fuente: Atlas del Plan de Ordenamiento Territorial de Aysén, 2005.

Los suelos de Clase VII son terrenos no aptos para pastizales y presentan serias limitaciones para la ganadería, siendo mayormente aptos para el uso forestal, aunque solo mediante un manejo cuidadoso. Estas tierras tienen fuertes pendientes, lo que las hace propensas a la erosión, además de presentar poca profundidad, pedregosidad y rocosidad, entre otras limitaciones. Se identifican como cerrilladas, conos aluvionales y pie de montes.

Los suelos de Clase VIII son adecuados únicamente para la vida silvestre, recreación y protección de cuencas hidrográficas, ya que cualquier actividad que consuma recursos naturales tiene una alta probabilidad de causar fuertes impactos. Estos suelos funcionan como corredores biológicos y reservorios de nieve. Se identifican como "bardas", "candongos", "cañadones", "cajas de río y arroyos", "mallines inundados", altas cumbres, glaciares y "turberas".

Predomina la meteorización física de los materiales, favorecida por la falta de protección del terreno debido a la escasez de vegetación y suelo. Aunque la zona se caracteriza por una intensa vegetación arbórea, en varios puntos de los cerros cercanos a la villa se observa escasez de vegetación, con afloramientos rocosos desprovistos de cubierta de suelo.

I.2.7 Medio Biológico

Vegetación

Ecorregiones (SAG / PROT Aysén)

Las ecorregiones, al ser porciones del territorio que comparten características físicas y biológicas, permiten determinar las cualidades de habitabilidad y las restricciones presentes, lo que aporta variables importantes para los procesos de planificación. En la comuna de O'Higgins, estas ecorregiones permiten identificar áreas de importancia ambiental, como las turberas, y aquellas no aptas para la habitabilidad humana, como la tundra y el dominio nival/glacial.

Las ecorregiones determinadas por el SAG en la comuna de O'Higgins (Silva, 2011), son las siguientes:

Ecorregión Templada Húmeda Intermedia: Representativa en lugares como Futaleufú, Alto Palena, Lago Verde, Coyhaique, Cochrane y Villa O'Higgins. Corresponde a los valles intermontanos de la zona intermedia de Aysén. Domina el tipo forestal de lenga, con participación de coigüe, siendo una zona de transición hacia los bosques entre la selva valdiviana y los bosques andino-patagónicos. Las praderas antrópicas están formadas por trébol blanco-rosado y pasto ovillo, que se degradan a pasto miel, hierba del chancho, pimpinela y diente de león. Las temperaturas medias anuales son cercanas a 8 °C, con precipitaciones entre 800 y 1.200 mm.

Ecorregión Andina Boreal Templada y Andina Boreal Fría: Dominada por el tipo forestal de lenga. Hacia el oriente, esta ecorregión se convierte en un matorral de ñire y estepa patagónica. El sotobosque puede incluir calafate, zarzaparrilla, mata verde, michay del bosque y colihue. Debido a su amplia dispersión y magnitud, se puede dividir en una subregión andino boreal templada, que se extiende desde el límite con el bosque mixto coigüe-lenga de la ecorregión templada intermedia hasta los 600 m de altitud; y una ecorregión andino boreal fría, que abarca desde los 600 m hasta los 1.200-900 m de altitud.

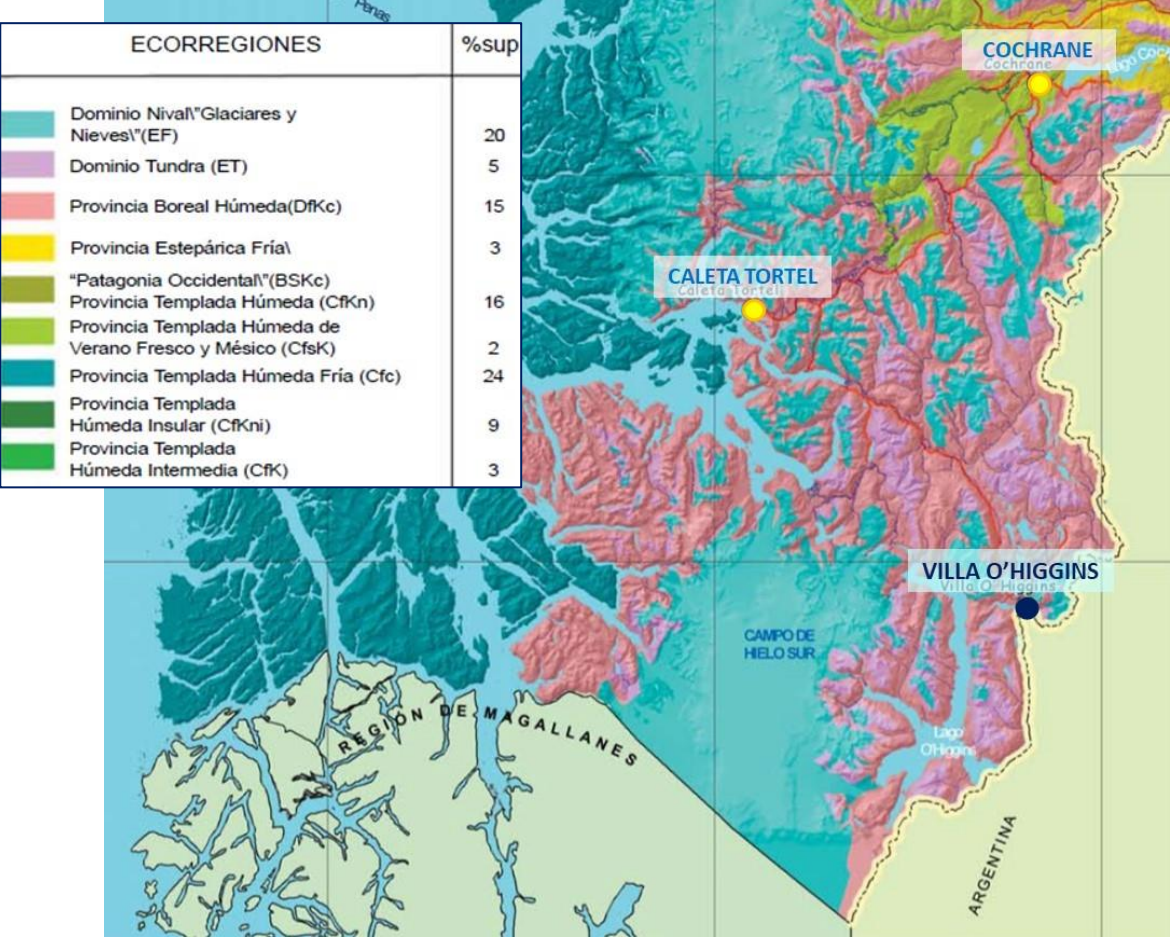
Ecorregión Templada Seco Estival: Este clima se asemeja al de Chile central, pero con nieves y heladas invernales persistentes. Incluye los microclimas de los lagos General Carrera, Cochrane y O'Higgins. Es similar a la ecorregión templada húmedo-intermedia, pero con veranos secos.

Ecorregión Esteparia Fría: Esta ecorregión abarca localidades típicas como Alto Río Cisnes, Ñirehuao, Coyhaique Alto, Balmaceda, Ceballo y otras cercanas al límite argentino. Está dominada por bosque achaparrado de ñire y, especialmente, por una estepa de gramíneas conocida como coironal.

Ecorregión de Tundra de altura: Corresponde a los sectores elevados, generalmente sobre los 1.200 m de altitud, cercano a límite vegetacional.

Ecorregión de Glaciares y Nieves Eternas: Representada por los campos de hielo norte y sur, así como por los sectores de alta montaña con cobertura habitual de hielo y/o nieve. No presenta vegetación de plantas superiores.

Figura 13 Ecorregiones de Aysén



Fuente: Atlas del Plan de Ordenamiento Territorial de Aysén, 2005.

Turberas

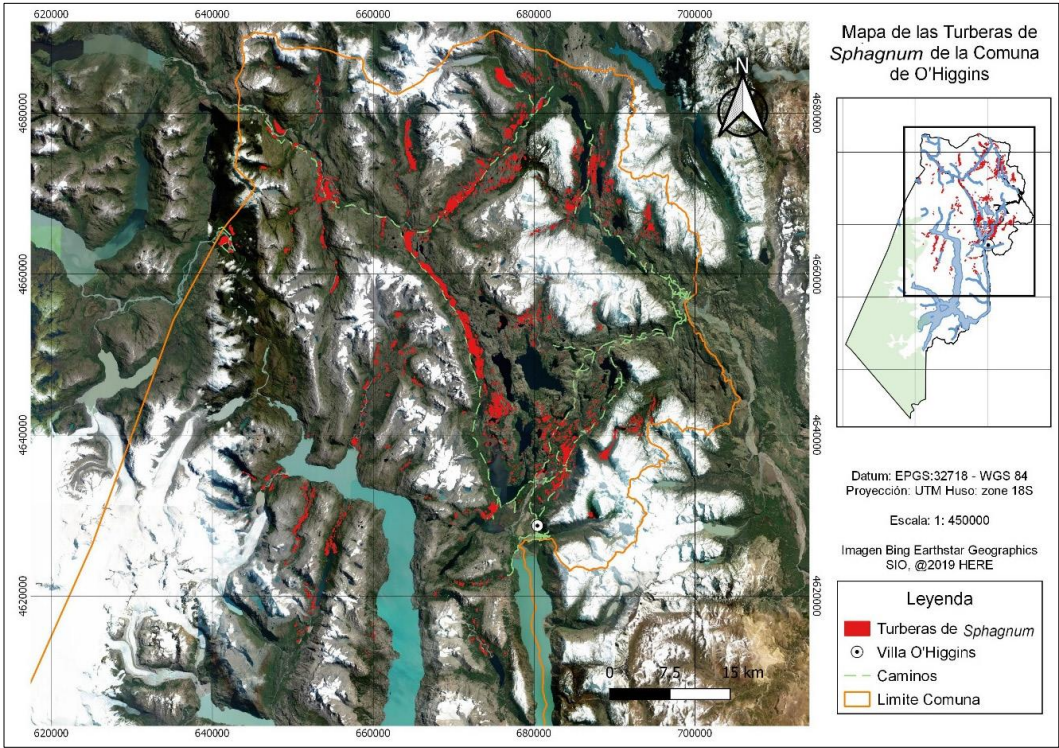
En la Región de Aysén, según la Actualización del Catastro del Bosque Nativo de 2011, existen 3.600 hectáreas de turberas ubicadas a menos de 1.000 metros de caminos, de las cuales 2.000 hectáreas se encuentran a menos de 200 metros de caminos y fuera del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE). Estas turberas son ecosistemas frágiles con una alta diversidad de especies, muchas de ellas en categorías de conservación (Silva, 2014). Como humedales ricos en materia orgánica semi-descompuesta, las turberas son importantes reservorios de carbono y desempeñan un papel crucial en la regulación del ciclo hídrico.

La legislación chilena considera a las turberas como elementos fósiles debido a su antigüedad, regulando su extracción bajo el Código de Minería. Esto requiere la solicitud de una concesión minera para su uso. En 2017, el Ministerio de Agricultura de Chile estableció la normativa para la protección del musgo Sphagnum magellanicum, exigiendo un plan de cosecha para la gestión racional de este recurso (Báez, Villarroel, Martínez, Domínguez, Silva, Henríquez, 2020). Las turberas, con su alta capacidad de almacenamiento de carbono, juegan un papel fundamental en la adaptación al cambio climático y en la provisión de servicios ecosistémicos relacionados con el agua, como la regulación hídrica, la amortiguación frente a inundaciones y la purificación del agua.).

Las turberas también son esenciales para la resiliencia de los territorios ante los efectos adversos del cambio climático, proporcionando un suministro constante de agua dulce durante

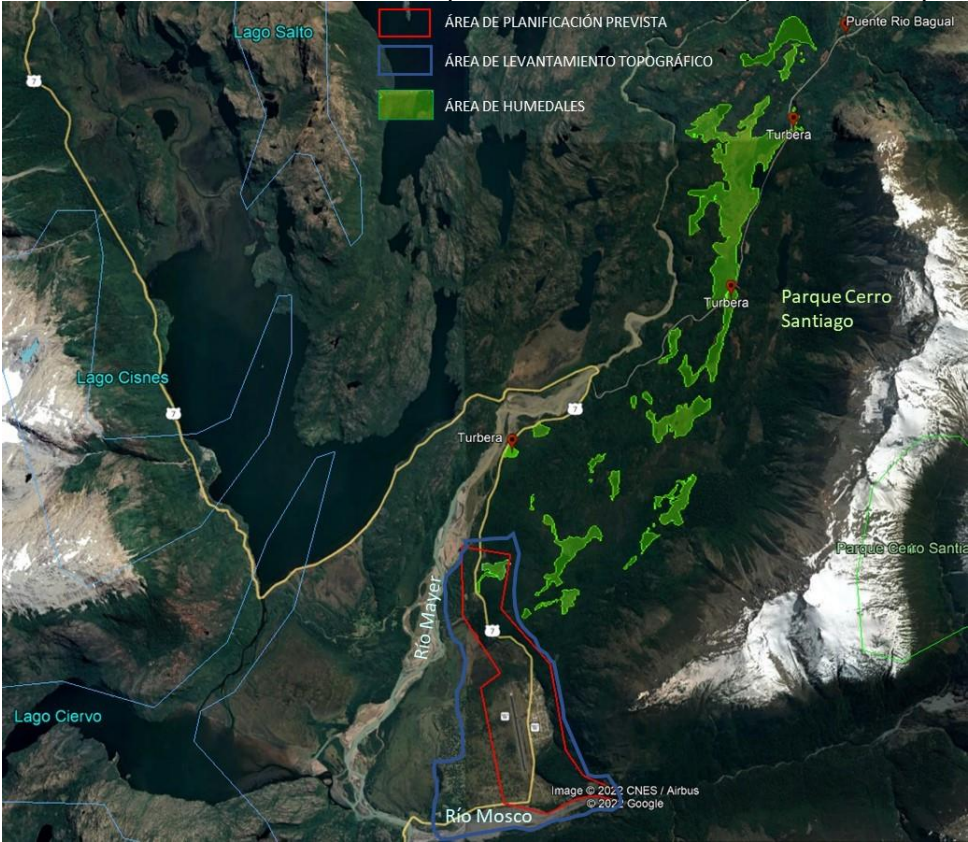
periodos de bajas precipitaciones. Este efecto es crucial para la planificación urbana en áreas como Villa O'Higgins, donde la presencia de turberas puede hacer que el territorio sea más resistente a sequías e inundaciones prolongadas. La figura a continuación muestra la distribución de humedales alrededor del área de planificación, indicando que las turberas están presentes en todas las áreas de humedales registradas visualmente en el camino hacia Villa O'Higgins.

Figura 14 Mapa de las Turberas de Sphagnum en la comuna de O´Higgins



Fuente: Revista de Aysenología, 2020.

Figura 15 Distribución de humedales y turberas en área de planificación y entorno



Fuente: Intervención Pulso Spa sobre base Google Earth Pro.

Catastro bosque nativo (CONAF/Ministerio de Medioambiente)

Los tipos forestales presentes en la comuna de O’Higgins son:

- Ciprés de las Guaitecas, (*Pilgerodendron uvifera*)
- Lenga, (*Nothofagus pumilia*)
- Coihue de Magallanes (*Nothofagus betuloides*)
- Siempreverde (Coihue (*Nothofagus nítida*), Tapa, Mañío (*Podocarpus nubigena*), Ciruelillo, Tepu (*Tepualia stipularis*), Luma, Tineos y varias especies arbustivas y hierbas)

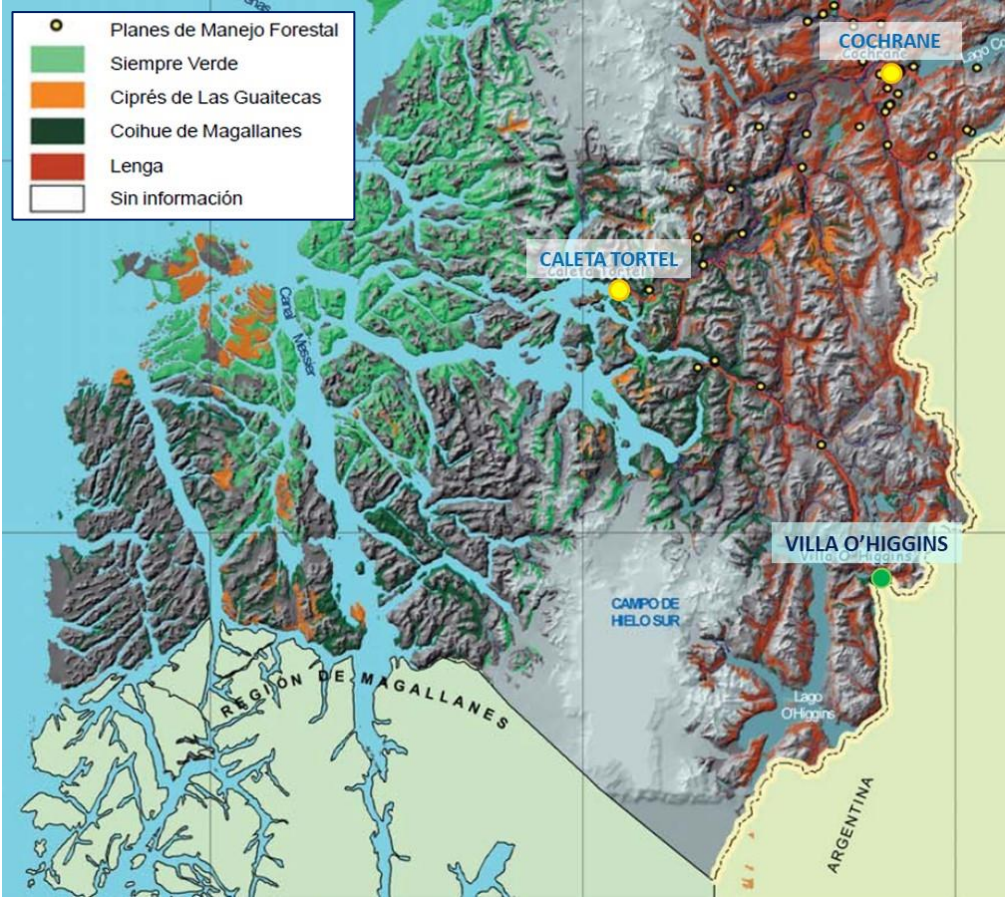
Tabla 4 Tipos forestales región de Aysén

TIPOS FORESTALES	SUPERFICIE (ha)
Siempreverde	1.899.864
Lenga	1.400.378
Coihue de Magallanes	939.169
Ciprés de las Guaitecas	159.333

Fuente: SIMEF. Sistema de Monitoreo de Ecosistemas Forestales Nativos. ⁸

Según lo informado por Pulso en informe de estudios preliminares, los bosques nativos del tipo lenga y el subtipo lenga-coihue constituyen casi la única fuente para la actividad forestal en la Región de Aysén. En efecto, el 97% de la madera aserrada producida en Aysén corresponde a este tipo forestal. Las especies catalogadas como aserrables se emplean principalmente en: Construcciones de viviendas, fundaciones, embarcaciones, construcción de cercos (postes), pasarelas, y algunos usos en mueblería. También se emplean como leña para proporcionar calefacción.

Figura 16 Mapa tipos forestales en O´Higgins y comunas aledañas



Fuente: Atlas del Plan de Ordenamiento Territorial de Aysén, 2005.

⁸ <https://simef.minagri.gob.cl/herramientas/informacion-de-bosques-de-chile/ver/11>.

Fauna

Entre las especies de fauna terrestre se encuentran varios mamíferos, como el zorro culpeo (*Pseudalopex culpeus*), el zorro chilla (*Pseudalopex griseus*), el huemul (*Hippocamelus bisulcus*) y diversas especies de gato silvestre (*Oncifelis* spp).

En cuanto a las aves, tanto acuáticas como terrestres, destacan tres tipos de cormoranes: el cormorán imperial (*Phalacrocorax atriceps*), el cormorán de las rocas (*Phalacrocorax magellanicus*) y el pato yeco (*Phalacrocorax brasilianus*). También se pueden observar tres tipos de canquenes o gansos silvestres: el canquén (*Chloephaga poliocephala*), el canquén colorado (*Chloephaga rubidiceps*) y la caranca (*Chloephaga hybrida*). Además, hay varias especies de patos, como el quetru no volador (*Tachyeres pteneres*), el quetru volador (*Tachyeres patachonicus*) y el pato jergón chico (*Anas flavirostris*).

Existe una notable diversidad de falconiformes, incluyendo el cóndor (*Vultur gryphus*), el jote de cabeza colorada (*Cathartes aura*), el aguilucho común (*Buteo polyosoma*), el carancho (*Polyborus plancus*) y el tiuque (*Mivalgo chimango*). También hay una significativa variedad de aves terrestres de menor tamaño, entre las cuales se destacan el rayadito (*Aphrastura spinicauda*), el churrete (*Cinclodes patagonicus*), el churrín (*Scytalopus magellanicus*) y el fío-fío (*Eleanita albiceps*).

Especies amenazadas y priorizadas en Aysén

Según lo indicado en la Estrategia Regional de la Biodiversidad 2015 – 2030 de la región de Aysén, se han podido calificar 94 especies con algún grado de amenaza, 42 de las cuales, presentan un alto grado de amenazada, es decir, que se encuentran en las categorías: En Peligro Crítico (CR), En Peligro (E) o Vulnerable (VU).

Tabla 5 Especies amenazadas en la región de Aysén.
Categorías en Peligro Crítico o (CR), En Peligro (E) y Vulnerable (VU). R corresponde a Rara.

ESPECIE	Estado de conservación
Ballena Sei (<i>Balaenoptera borealis</i>)	CR
Ballena fin (<i>Balaenoptera physalus</i>)	CR
Tortuga laud (<i>Dermochelys coriacea</i>)	CR
Cactus (<i>Maihueniopsis darwinii</i>)	CR
Dragón de la Patagonia (<i>Andiperla willinki</i>)	EN
Peladilla (<i>Aplochiton marinus</i>)	EN
Peladilla (<i>Aplochiton taeniatus</i>)	EN
Peladilla (<i>Aplochiton zebra</i>)	EN
Ballena azul (<i>Balaenoptera musculus</i>)	EN
Moscardón (<i>Bombus dahlbomii</i>)	EN
Playero ártico (<i>Calidris canutus</i>)	EN
Coscoroba (<i>Coscoroba coscoroba</i>)	EN
Ballena franca austral (<i>Eubalaena australis</i>)	EN
Huemul del sur (<i>Hippocamelus bisulcus</i>)	EN
Lagartija de Fitzinger (<i>Liolaemus fitzingerii</i>)	EN
Lagartija de Scolaro (<i>Liolaemus scolaroii</i>)	EN
Huillín (<i>Lontra provocax</i>)	EN
Siempre verde (<i>Maihuenia patagonica</i>)	EN
Lamprea de agua dulce (<i>Mordacia lapicida</i>)	EN
Cactus (<i>Pterocactus australis</i>)	EN
Cactus (<i>Pterocactus hickenii</i>)	EN
Ranita de Darwin (<i>Rhinoderma darwinii</i>)	EN
Látigo de mar (<i>Primnoella chilensis</i>)	EN
Cactus (<i>Austrocactus patagonicus</i>)	EN-R
Histiopteris incisa	VU

ESPECIE	Estado de conservación
Cisne de cuello negro (<i>Cygnus melancoryphus</i>)	VU
Carpintero negro (<i>Campephilus magellanicus</i>)	VU
Tuco-tuco de Magallanes (<i>Ctenomys magellanicus</i>)	VU
Caranca (<i>Chloephaga hybrida</i>)	VU
Lagarto cabezón de Bibron (<i>Diplolaemus bibroni</i>)	VU
Lamprea de bolsa (<i>Geotria australis</i>)	VU
Bagrecito patagónico (<i>Hatcheria macraei</i>)	VU
Vizcacha patagónica (<i>Lagidium wolffsohni</i>)	VU
Chungungo (<i>Lontra felina</i>)	VU
Ballena jorobada (<i>Megaptera novaeangliae</i>)	VU
Helecho sin nombre común (<i>Ophioglossum nudicaule</i>)*	VU
Cachalote (<i>Physeter macrocephalus</i>)	VU
Pudú (<i>Pudu pudu</i>)	VU
Elefante marino del sur(<i>Mirounga leonina</i>)	VU
Hidrocola rojo (<i>Errina antarctica</i>)	VU
Flamenco chileno (<i>Phoenicopterus chilensis</i>)	VU

Fuente: MMA, 2017, en Estrategia Regional de Biodiversidad 2015-2030 Aysén, 2018.

Las especies más amenazadas corresponden principalmente a especies de gran tamaño y con amplia distribución asociada al Océano Pacífico (y otros océanos) como ballenas y una especie de tortuga. Se destaca el alto grado de amenaza de las cinco especies de Cactus, endémicas de la Patagonia y que en Chile solo están presentes en la región de Aysén.

De todas las especies que presentan algún grado de amenaza, han sido indentificadas siete especies por la SEREMI del Medio Ambiente de la región de Aysén, las cuales son de especial interés para su conservación regional, tanto por su alto grado de amenaza hacia la especie por presión antrópica como también por la modificación de sus hábitats.

Tabla 6 Objetos de conservación definidos para la región de Aysén

OBJETO DE CONSERVACIÓN	IMPORTANCIA	AMENAZAS
Huemul (Hippocamelus bisulcus, EN)	Población limitada a solo 2.000 ejemplares. Bajas tasas de natalidad y reclutamiento. Las mayores poblaciones de la especie están presentes en la región de Aysén. Presenta Plan nacional de conservación y Plan regional. Especie heráldica.	Modificación de hábitat, enfermedades, cambio climático, ataque de perros, atropellos.
Anfibios	Seis de las 16 especies se encuentran en un algún grado de amenaza (5 NT y 1 EN). Tres especies presentan Datos insuficientes. Se encuentran límite de distribución sur de algunas especies como ranita de Darwin (<i>Rhinoderma darwini</i> , EN) y Sapito de cuatro ojos del sur (<i>Pleurodema bufoninum</i>).	Cambio climático, modificación y destrucción de hábitat, enfermedades.
Ñandú (<i>Rhea pennata</i> , NT)	Si bien está en categoría de Casi amenazada, en la región solo existen dos poblaciones de 500 y 30 individuos, separadas por 212 kilómetros entre sí y casi desconectadas de la población de Magallanes y zona austral de Argentina. Es así que se considera una especie clave para iniciar estudios y procesos de toma de conciencia respecto de sus amenazas	Caza ilegal, destrucción de nidos y robo de huevos, ataque de perros.
Aves costeras	Este es un tema puntual y asociado a la representatividad que tienen estas comunidades en el AMCP-MU Pitipalena- Añihue siendo un objeto de conservación de esta área.	Acuicultura, depredación por Visón (<i>Neovison vison</i>) y ratas, y stress por presión turística

OBJETO DE CONSERVACIÓN	IMPORTANCIA	AMENAZAS
		en zonas de nidificación.
Cetáceos como ballena azul (Balaenoptera musculus, EN), delfín chileno (Cephalorhynchus eutropia, NT), delfín austral (Lagenorhynchus australis, IC), orca (Orcinus orca, IC), entre otros.	Este es un tema puntual y asociado a la representatividad que tienen estas comunidades en el AMCP-MU Pitipalena- Añihue siendo un objeto de conservación de esta área. No obstante son relevantes para toda la región dado su estado de conservación y la importancia del área para sus hábitos alimenticios y reproductivos.	Acuicultura, stress por sobre observación de turistas.
Corales de fría	Este es un tema puntual y asociado a la representatividad que tienen estas comunidades en el AMCP-MU Pitipalena- Añihue. También se tiene registros en el área de Tortel. Para ambos sectores son considerados objetos de conservación pues son especies frágiles estructuradoras del ecosistema e indicadores ambientales	Acuicultura, cambio climático.
Puyes (Brachygalaxias bullocki, VU)	Especies catalogadas como amenazadas, se encuentran en áreas muy restringidas y en algunos casos donde no existe presencia de salmones. Son objeto conservación en AMCP-MU Pitipalena.	Especies exóticas, mega proyectos, sobrepesca.

Fuente: MMA, 2016, en Estrategia Regional de Biodiversidad 2015-2030 Aysén, 2018.

Figura 17 Huemul (Hippocamelus bisulcus), especie amenazada presente en Aysén



Fuente: Sitio web Arauco.com⁹

I.2.8 Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado

El Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) es una red de espacios naturales que tienen como objetivo la conservación de la biodiversidad, el mantenimiento de procesos ecológicos esenciales y la preservación del patrimonio natural y cultural del país. Aysén, situada en la Patagonia chilena, se caracteriza por su geografía única que incluye fiordos, glaciares, ríos caudalosos y una vasta biodiversidad, lo que la convierte en una región crucial para la conservación ambiental.

El SNASPE en Aysén abarca parques nacionales, reservas nacionales y monumentos naturales que protegen extensas áreas de bosques templados lluviosos, estepas patagónicas y ecosistemas marinos y terrestres de gran valor ecológico. Entre los parques nacionales más destacados se encuentran el Parque Nacional Laguna San Rafael, famoso por su impresionante glaciar, y el Parque Nacional Queulat, conocido por su ventisquero colgante.

⁹ <https://arauco.com/chile/sostenibilidad/hippocamelus-bisulcus-huemul/>

Estos espacios no solo contribuyen a la conservación de especies de flora y fauna endémicas y en peligro de extinción, sino que también ofrecen oportunidades para la investigación científica, la educación ambiental y el ecoturismo. Además, las áreas protegidas juegan un papel esencial en la mitigación del cambio climático al preservar grandes extensiones de bosques que actúan como sumideros de carbono.

Tabla 7 Áreas silvestres protegidas región de Aysén

NOMBRE	SUPERFICIE (HA)	CATEGORIA	COMUNA
Las Guaitecas	1.097.975	Reserva Nacional	Cisnes y Aysén
Lago Rosselot	12.725	Reserva Nacional	Cisnes
Lago Las Torres	16.516	Reserva Nacional	Coyhaique y Lago Verde
Lago Carlota	27.110	Reserva Nacional	Lago Verde
Katalalixar	674.500	Reserva Nacional	Tortel
Río Simpson	41.620,50	Reserva Nacional	Coyhaique y Aysén
Coyhaique	2.150	Reserva Nacional	Coyhaique
Patagonia	304.527,57	Parque Nacional	Chile Chico
Melimoyu	105.499,78	Parque Nacional	Cisnes
Isla Magdalena	249.712,06	Parque Nacional	Cisnes
Cerro Castillo	143.502	Parque Nacional	Coyhaique y Río Ibáñez
Queulat	154.093	Parque Nacional	Cisnes
Laguna San Rafael	1.742.000	Parque Nacional	Aysén, Río Ibáñez, Chile Chico, Cochrane y Tortel
Isla Guamblin	10.625	Parque Nacional	Cisnes
Bernardo OHiggins	3.525.901,20	Parque Nacional	O'Higgins
Dos Lagunas	181	Monumento Natural	Coyhaique
Cinco Hermanas	228	Monumento Natural	Aysén
Cerro San Lorenzo	19.400	Bien Nacional Protegido	Cochrane
Río Azul	12.009	Bien Nacional Protegido	O'Higgins
Cerro Rosado	1.842,63	Bien Nacional Protegido	Coyhaique
Ventisquero Montt	10.337,82	Bien Nacional Protegido	Tortel
Cuenca del Río Mosco	10.316,52	Bien Nacional Protegido	O'Higgins
Laguna Vera	3.228,67	Bien Nacional Protegido	Aysén
Isla Simpson y Huemules (Nalcayec)	22.934,46	Bien Nacional Protegido	Aysén
Lago Copa	11.569,08	Bien Nacional Protegido	Cisnes
Laguna Caiquenes	8.510,08	Bien Nacional Protegido	Tortel
Santa Lucía – Lago O'Higgins	9.324,36	Bien Nacional Protegido	O'Higgins

Fuente: Listado SNASPE CONAF, 2019.

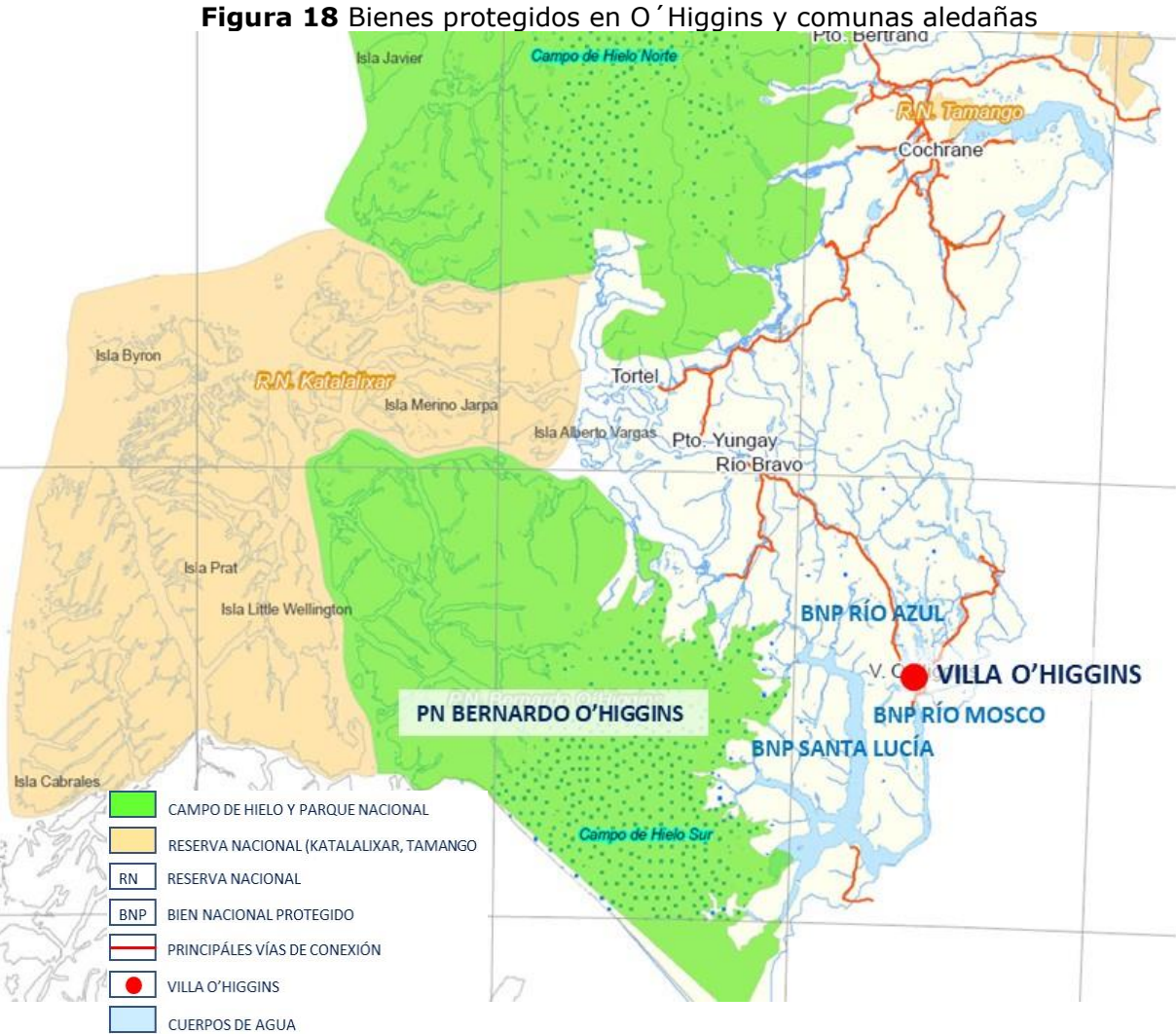
Dentro del territorio de la comuna de O´Higgins, tal y como se puede apreciar en la tabla anterior, se ubican las siguientes áreas protegidas que forman parte del SNASPE.

Parques Nacionales:

- **Parque Nacional Bernardo O'Higgins.**

Bienes Nacionales Protegidos:

- **Bien Nacional Protegido Río Mosco**
- **Bien Nacional Protegido de Río Azul**
- **Bien Nacional Protegido Santa Lucía**



Fuente: SNASPE Región de Aysén, 2014.¹⁰

I.2.9 La Perspectiva Turística

Al analizar las presiones sobre un territorio, su paisaje y su potencial turístico, se puede determinar su vocación y preservar sus valores intrínsecos. La perspectiva turística del territorio se enfoca en: I) la identidad y calidad del paisaje local para su valorización turística, y II) la planificación institucional, especialmente en relación con las declaratorias como ZOIT.

Los valores turísticos de la comuna de O'Higgins en el contexto provincial

Los principales atractivos de la provincia incluyen los Campos de Hielo Norte y Sur (la segunda reserva de agua dulce más grande del mundo), lo que enriquece el destino en términos de turismo aventura, ecoturismo y turismo de intereses especiales, como el científico. Hacia el sur destacan Caleta Tortel, declarada como zona típica¹¹, Isla de los Muertos¹² en la comuna de Tortel y Villa O'Higgins, que cuenta con el Glaciar O'Higgins y se vincula estratégicamente con el territorio argentino¹³.

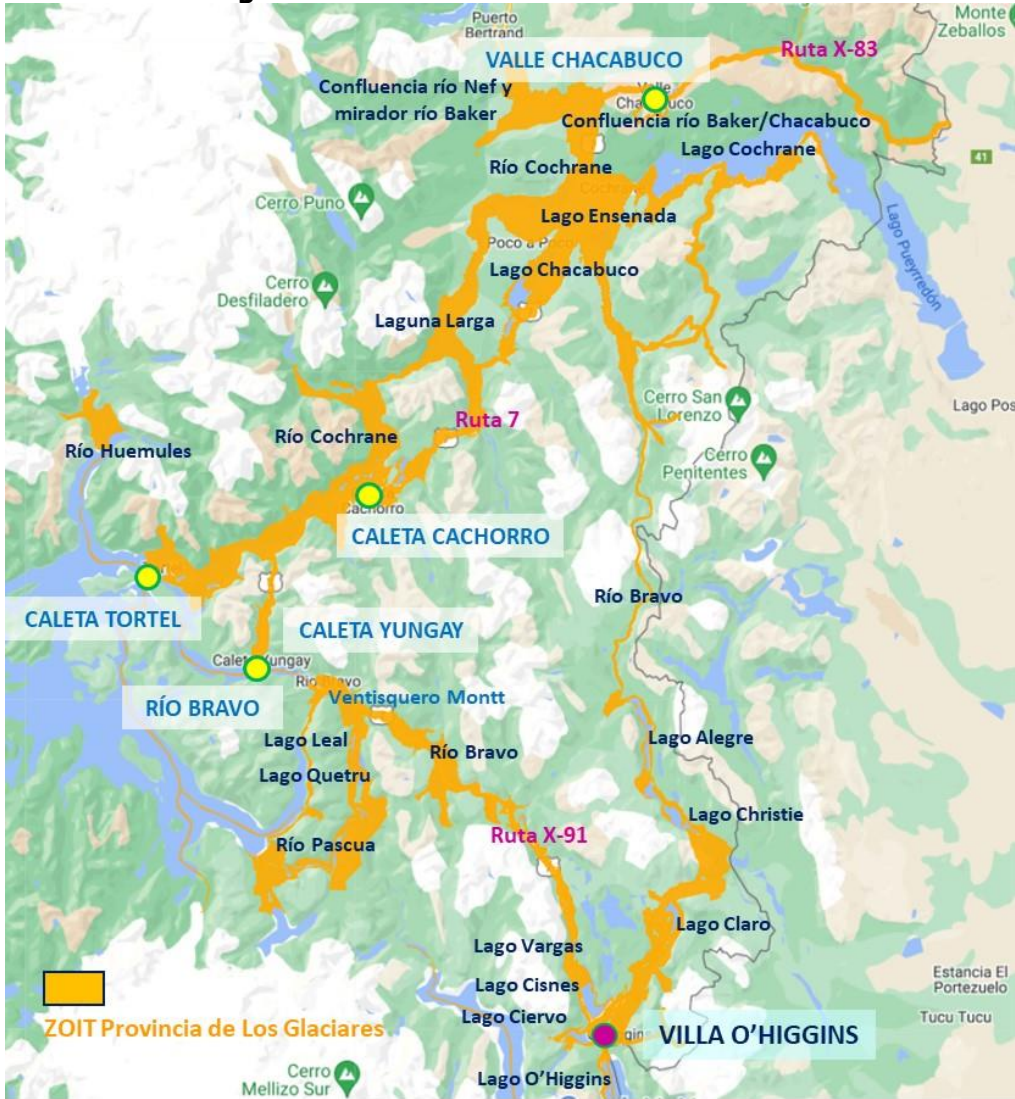
¹⁰ Reserva nacional Lago Tamango o Lago Cochrane que aparece en figura 28 fue desafectada por decreto n°98 del 25/10/2018, el cual creó el Parque Nacional Patagonia, el cual integró a los terrenos de la ex reserva Lago Cochrane.
¹¹ Decreto N° 282 (2001).
¹² Decreto N° 281 (2001).
¹³ Plan de Acción para la Gestión Participativa de Zonas de Interés Turístico (ZOIT). Zona de Interés Turístico Provincia de los Glaciares (<http://www.subturismo.gob.cl/wp-content/uploads/2015/10/PLAN-ACCIÓN-PROVINCIA-DE-LOS-GLACIARES.pdf>). Diciembre de 2017. La provincia fue declarada *destino más sustentable de Chile* el año 2014 por FEDETUR (Federación de Empresas de Turismo de Chile).

La visión de desarrollo y plan de acción al 2030 se basa en el reconocimiento como destino sustentable, inspirado en su rica herencia cultural, la diversidad de su naturaleza salvaje, los hielos milenarios y la resiliencia de sus habitantes, ofreciendo experiencias únicas a los turistas. La gestión se enfoca en la conservación del patrimonio cultural y natural, elemento clave para la competitividad territorial¹⁴. Villa O'Higgins, junto con Cochrane y Tortel, es una base principal para recorridos turísticos, siendo el punto de partida para excursiones de pesca y visitas a glaciares, y la principal entrada a los Campos de Hielo Sur¹⁵.

Zona de Interés Turístico (ZOIT) "Provincia Los Glaciares"

En 2018, se declaró como Zona de Interés Turístico (ZOIT) "Provincia de los Glaciares" al territorio que abarca partes de las comunas de Tortel, Cochrane y O'Higgins. Los límites de esta ZOIT están definidos por los puntos y vértices que delimitan su polígono. La figura siguiente muestra la cobertura de esta ZOIT, de acuerdo con el plano de coordenadas anexo a la publicación del Diario Oficial¹⁶. Este plano se basó en la propuesta conjunta realizada por los municipios de Cochrane, O'Higgins y Tortel, en colaboración con la Dirección Regional de SERNATUR (Aysén), para iniciar el proceso de declaratoria bajo la Ley N° 20.423.

Figura 19 ZOIT "Provincia de Los Glaciares"



Fuente: Intervención Pulso sobre plano oficial. <http://www.subturismo.gob.cl/zoit/zoit-declaradas-2/>

¹⁴ Plan de Acción ZOIT "Provincia Los Glaciares", *op cit.*
¹⁵ Ficha de postulación ZOIT, *op cit.*
¹⁶ DO 28 de febrero de 2018.

Oferta de servicios turísticos asociados a atributos naturales

A continuación, se presenta un listado de actividades y atractivos asociados a la oferta turística presente en la comuna de O'Higgins, los que a su vez se concentran en la puesta en valor de sus recursos ambientales:

- **SENDERO LA BANDERA.** Ubicado al oriente de Villa O'Higgins en los faldeos del cerro Santiago, conduce a un mirador natural a 692 m de altitud con una bandera chilena, símbolo de soberanía y orgullo nacional. El sendero ofrece acceso a varios miradores y opciones de rutas hacia el glaciar Mosco o la zona alta del cerro Santiago.
- **ISLA CENTRAL.** La mayor isla del Lago O'Higgins, con paisajes variados: aridez y rocas al norte, bosquetes de lengas y coigües al sur. La isla ofrece turismo rural, viviendo como los primeros habitantes, con actividades como arreo de animales y labores típicas, culminando con vistas del glaciar al atardecer.
- **CERRO SUBMARINO.** Cerca de Villa O'Higgins, en dirección sureste, su cumbre se asemeja a un submarino. Con 1832 m de altitud, el sendero ofrece vistas del Lago O'Higgins y Glaciar Mosco, además de flora y fauna local.
- **VENTISQUERO CHICO.** Ventisquero Chico: Al sur del Glaciar O'Higgins, parte de la ruta de los hielos patagónicos, este glaciar forma un lago menor y su retroceso ha creado nuevas formaciones geográficas, incluyendo posibles islas y una morrena frontal que actúa como península, alterando la morfología del área.
- **LAGO O` HIGGINS.** Lago Binacional y conocido como Lago San Martín en Argentina, es el lago más profundo de América y el quinto a nivel mundial, con 863 m de profundidad. Abarca 1,013 km², de los cuales 554 km² están en Chile. Conecta Chile y Argentina y es un punto de acceso al glaciar O'Higgins, ofreciendo turismo rural con vistas de los Andes Patagónicos y Campos de Hielo.
- **GLACIAR MOSCO.** Ubicado al oriente de Villa O'Higgins, es accesible pese a que el tramo final del recorrido no está en buenas condiciones. El sendero que bordea el río Mosco ofrece vistas de los glaciares Mosco y Blanco, además de que permite incursiones de caminata sobre hielo con guía o equipo especializado.
- **GLACIAR O` HIGGINS.** Se puede acceder mediante rutas de trekking desde Candelario Mancilla (dos días de caminata) o la península La Carmela (ida y vuelta en una jornada). Refugios de CONAF están disponibles en la ruta hacia el Paso Marconi para explorar los hielos patagónicos.
- **CERRO ALTAVISTA.** Clásica ruta de trekking cerca de Villa O'Higgins. El sendero de 6.4 km, con un desnivel de 491 m, ofrece vistas de lagos Ciervo y Cisnes y los ríos Mayer y Mosco. Con tiempo y silencio, es posible avistar fauna local, incluidos huemules.
- **CANDELARIO MANCILLA.** En el borde sur del Lago O'Higgins, con servicios de alojamiento, cabaña y camping ofrecidos por la familia Levicán y una avanzada de Carabineros. Es un punto de conexión para lanchas hacia Villa O'Higgins o el glaciar, con un muelle y plataforma de barcasas. Se puede visitar la tumba del pionero Candelario Mancilla.
- **LAGO CISNES.** Situado 11.5 km al norte de Villa O'Higgins y bordeado por la Carretera Austral, es ideal para pesca deportiva y navegación recreativa. Sus playas de 2 km son un balneario popular en verano. La Navegación y el avistamiento de aves, incluidos cóndores, se encuentran entre las actividades destacadas de este lugar.

- LAGO CIERVO. Cercano a Villa O'Higgins, ofrece navegación y pesca deportiva, ideal para excursiones de una jornada o media jornada.
- LAGUNAS ENCADENADAS. Sistema de siete lagunas conectadas por arroyos, excelentes para la pesca, especialmente en el desagüe y el Salto. Ubicadas 10 km al norte de Villa O'Higgins, accesibles desde el Lago Cisnes, rodeadas de bosque nativo y hábitat de muchas aves y huemules.¹⁷.

I.2.10 Conclusiones Ámbito Físico y Natural

Síntesis del medio físico

Respecto al clima, la región de Aysén se caracteriza por bajas temperaturas, abundantes precipitaciones, fuertes vientos y alta humedad. Sin embargo, la comuna de O'Higgins, protegida por el cordón montañoso de Los Andes, experimenta una notable disminución de precipitaciones en comparación con los archipiélagos ubicados en la misma latitud. Si bien existe una disminución de la proyección de los promedios de precipitaciones anuales al año 2050 (-40 mm), la intensidad de las precipitaciones medida en precipitaciones máximas anuales en 24 hrs es al aumento.

En cuanto a la hidrografía, los ríos Mayer y Mosco son cruciales para el sistema lacustre de O'Higgins y están directamente relacionadas con el área de planificación prevista. Villa O'Higgins, situada en el abanico fluvial del río Mosco, está expuesta a crecidas y desbordes, lo que puede ser un factor limitante dependiendo de su frecuencia. La proximidad de Villa O'Higgins a estos ríos y al lago O'Higgins implica que el manejo y disposición de aguas servidas son amenazas significativas al ambiente si no se manejan adecuadamente.

El área en donde se ubica Villa O'Higgins se distingue por planicies de inundación antiguas y las utilizadas para la expansión urbana. La existencia de planicies en altura media, relacionadas con la Villa, ofrece alternativas para suelo urbano, dentro de un cordón de cerros con pendientes significativas y riesgos moderados de remoción en masa.

Respecto a los suelos, La comuna predominada por suelos de clase VII (no aptos para uso productivo) y clase VIII (alto riesgo de erosión) requiere estudios de suelos detallados para áreas potenciales de urbanización. Aunque la carga de pastoreo es baja debido a la morfología del suelo, existe riesgo de erosión por la tala de bosques nativos en planicies y laderas cercanas a Villa O'Higgins.

Síntesis del medio biológico

La región de Aysén destaca por tener una buena cobertura de áreas protegidas para ecosistemas terrestres, como bosques y turberas, existiendo algunos tipos de ecosistemas dentro de estas áreas que se encuentran representados dentro del SNASPE en un 100%, como el matorral siempreverde (PNUD, 2015).

La vasta presencia de humedales y turberas es crucial para la conservación del suelo, la biodiversidad, la protección contra inundaciones y la reserva de agua dulce, convirtiéndolos en áreas prioritarias para estudios, conservación y protección, resultando deseable considerar su protección en la medida que queden integradas al área de planificación.

Respecto de las especies de flora y fauna bajo algún grado de amenaza para su conservación es de especial relevancia para el área de estudio el Huemul (*Hippocamelus bisulcus*). Esto dado que dicha especie que se encuentra en peligro de extinción habita en la región andino-patagónica de Chile y Argentina. Hoy se sabe de sólo dos poblaciones separadas por más de 500 kilómetros, siendo la primera ubicada en los Nevados de Chillán-Laguna del Laja y la segunda en la Patagonia Austral. La comuna es uno de los pasos habituales de corredores huemules. Habita bosques dominados por Lenga y matorrales de Ñirre, combinado con sectores rocosos y de fuertes pendientes. Sus principales amenazas están asociadas a proyectos de inversión como la construcción de embalses, centrales hidroeléctricas y de paso, líneas de transmisión eléctrica,

¹⁷ www.recorreaysen.cl. SERNATUR y municipalidades de O'Higgins, Tortel y Cochrane.

mejoramientos de caminos y también infraestructura habitacional de asentamientos humanos. La comuna de O’Higgins es un importante territorio ambiental para el desarrollo de esta especie.

Áreas Silvestres Protegidas

La comuna de O’Higgins, al igual que toda la región de Aysén, destaca por su diversidad de especies de flora y fauna en sus áreas protegidas-ya sea como Bien Nacional Protegido (BNP), Parque Nacional (PN) o Reserva Natural (RN)- dentro de las que destaca el Parque Nacional Bernardo O’Higgins, el cual es el de mayor extensión del país (3,5 millones de ha).

En enero de 2022, se oficializó un convenio suprarregional para fortalecer la relación de las comunidades, municipios y gobiernos regionales con sus áreas protegidas. Este acuerdo, resultado de más de un año de trabajo, está orientado a la protección efectiva de las áreas protegidas, lo que conlleva a mejorar la calidad de vida y las oportunidades de desarrollo de los habitantes de la Patagonia¹⁸.

Perspectiva turística

La ZOIT Provincia de Los Glaciares y las rutas patrimoniales Los Glaciares y Glaciar Río Mosco son elementos clave para aumentar el valor turístico y fomentar el desarrollo económico. Dada la creciente presión humana sobre el ecosistema frágil, es esencial considerar medidas de protección en los respectivos instrumentos de planificación territorial.

En la comuna de O’Higgins, la oferta turística se centra en destacar sus recursos ambientales. Villa O’Higgins por su parte, se posiciona como un punto central para los recorridos turísticos en la provincia, con excursiones de pesca, visitas a glaciares y acceso a los Campos de Hielo Sur. Asimismo, la presencia de geositos y glaciares refuerza el patrimonio ambiental de la comuna, potenciando así su desarrollo turístico y su carácter natural.

¹⁸ <https://www.elhuemul.cl/2022/01/27/acuerdo-supra-regional-busca-fortalecer-el-vinculo-de-las-comunidades-municipios-y-gobiernos-regionales-con-sus-areas-protegidas/>.

I.3 ANTECEDENTES TEÓRICOS

I.3.1 Conceptos

Los procesos geodinámicos producen modificaciones de diversas magnitudes en la superficie terrestre que constituyen peligros geológicos que afectan de forma directa o indirecta las actividades humanas. Se entiende como **Peligro Natural** a cualquier fenómeno de origen natural que puede tener efectos negativos en el territorio (personas, infraestructura, medio ambiente, etc.). Los peligros naturales pueden subdividirse en distintas categorías: geológicos, hidrológicos, climáticos, incendios, etc.

Asociados a los peligros naturales se reconocen cuatro conceptos principales: **susceptibilidad**, **vulnerabilidad**, **amenaza** o peligrosidad (hazard) y **riesgo** (risk).

La **susceptibilidad** corresponde a una estimación cualitativa o cuantitativa de la distribución espacial de un fenómeno dado que existe o que potencialmente podría ocurrir en un área. Aunque se espera que un cierto fenómeno peligroso ocurra con mayor frecuencia en las áreas de mayor susceptibilidad, debe tenerse en cuenta que el análisis de susceptibilidad no considera el período de retorno de los eventos, es decir, el factor tiempo (JTC-1, 2008). La susceptibilidad depende directamente de los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos, como la geomorfología o factores intrínsecos de los materiales geológicos, y de factores externos que pueden actuar como desencadenantes (por ejemplo, precipitaciones intensas, sismos, etc.). Para la construcción de mapas de susceptibilidad se utilizan los mapas de inventario, en los que se identifican las áreas que han sido afectadas por determinados procesos, y mapas de factores condicionantes que favorecen o entorpecen el desarrollo de estos procesos. Además, los mapas de susceptibilidad apuntan a cubrir el peor escenario posible en el área de estudio.

El concepto de **amenaza** o **peligrosidad** (hazard*) corresponde a la probabilidad de ocurrencia de un proceso, con una magnitud determinada dentro de cierto período de tiempo y en un área específica (Varnes, 1984). La estimación de la amenaza o peligrosidad implica necesariamente una consideración de la variable temporal, es decir, el período de recurrencia de un evento (período de retorno). Por otro lado, la amenaza para períodos de retorno infinitos tiende a ser similar que la susceptibilidad. Por lo anterior, cuando no se cuenta con datos suficientes para estimar períodos de retorno, resultan útiles los mapas de susceptibilidad, que consideran solo las variables intrínsecas del material para la zonificación de peligros geológicos.

Los **elementos expuestos** pueden ser personas, bienes, propiedades, infraestructuras, servicios, actividades económicas, etc., que pueden sufrir las consecuencias directas o indirectas de un proceso geológico en una determinada zona (Gonzalez de Vallejo, et al., 2002).

La **vulnerabilidad** corresponde al grado de pérdidas o daños potenciales de un elemento o conjunto de elementos dados, como consecuencia de la ocurrencia de un fenómeno de magnitud determinada. Se expresa en una escala de 0 (sin daños) a 1 (pérdida o destrucción total del elemento) o entre 0% y 100% de daños (Varnes, (1984); González de Vallejo et al., (2002); JTC1, (2008)).

* La traducción literal corresponde a peligro, pero de acuerdo a la ONEMI y al proyecto Multinacional de Geociencias Andino (MAP-GAC) para evitar confusiones se utiliza Amenaza o Peligrosidad

I.3.2 Sismos

Si bien la OGUC (en su apartado 2.1.17) no menciona los sismos dentro de las amenazas que generen zonas de construcción condicionada, es sabido que Chile es uno de los países más sísmicos del mundo, y que estos fenómenos son considerados dentro de la planificación territorial a través de estudios específicos de microzonificación sísmica y en las Normas Chilenas de Construcción.

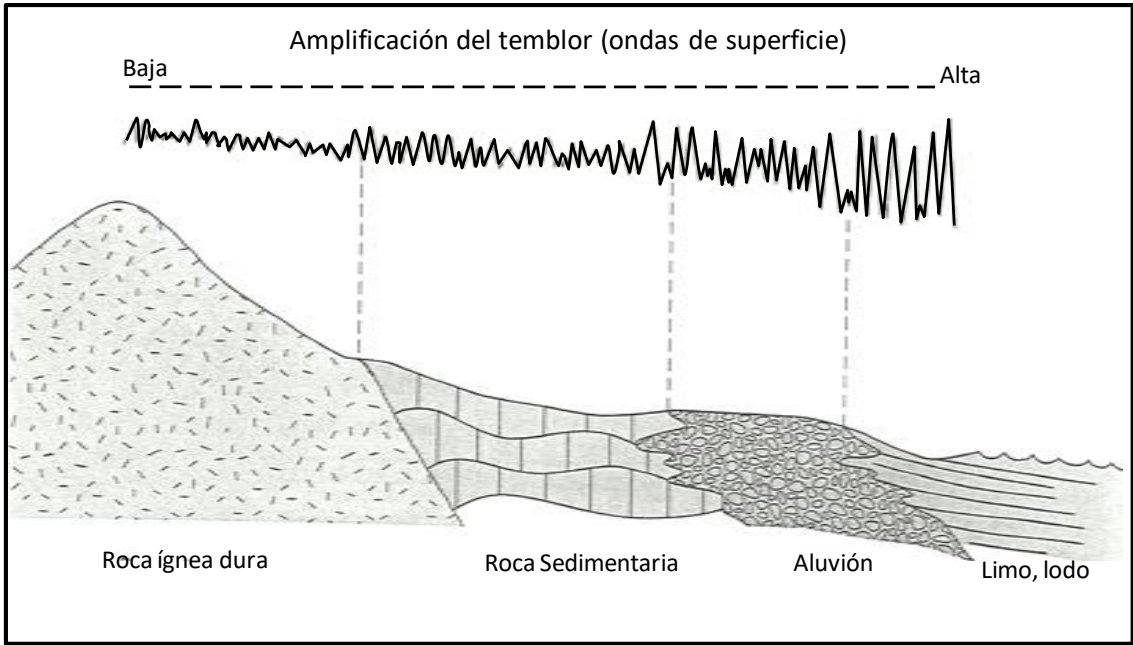
Sismicidad como peligro

Para el estudio de los sismos como un tipo de peligro de origen geológico, es necesario considerar, por un lado, aspectos relacionados con el fenómeno propiamente tal así como sus efectos secundarios. Dentro de los parámetros propios del sismo, se considera su **magnitud** (relacionada con el tamaño del sismo), el **largo de la zona de ruptura** (entendida como el área que abarca la zona en que la placa se rompe), el **período de retorno** (años que transcurren entre dos eventos de similares características en un área determinada), **aceleraciones máximas** alcanzadas, y la **intensidad** de un sismo, que corresponde a una escala cualitativa que describe la percepción subjetiva de las personas ante un sismo en un lugar específico y dependerá de los tipos de suelos y daños registrados.

Se sabe que la naturaleza de los materiales locales y la estructura geológica influyen en gran medida en el movimiento del suelo durante un sismo (Keller et al., 2004). Se ha observado que las condiciones locales, como **tipo de suelos, topografía**, profundidad del **nivel freático**, entre otras, pueden suponer respuestas sísmicas diferentes dentro de un entorno geográfico considerado (González de Vallejo et al., 2002) y se denomina "efecto de sitio" o "efectos locales". De esta forma, para un mismo terremoto y dependiendo del tipo de terreno donde se encuentra ubicado el observador, las ondas sísmicas pueden amplificarse durante el desarrollo del terremoto generándose más daño en algunos sectores que en otros (cuyo parámetro y variable de medición y ajuste es la aceleración del suelo y la Intensidad (Escala Mercalli)). Esta variable depende fuertemente del sitio y/o estructura, por tanto, constituye una variable cuantificable de la "vulnerabilidad" del entorno. Una asociación del tipo de suelo respecto de la información que emerge la geología y geografía se realizará a través de la descripción del tipo de suelo que entrega la NCh 433 of.96.

En términos geológicos es posible hacer una diferenciación general de los suelos de fundación basada en su nivel de compactación y nivel de consolidación (Keller et al., 2004), pudiendo hacerse una relación general con algunos materiales geológicos. Hay que destacar que un estudio de peligro sísmico incluye muchas aristas que no están dentro del alcance del presente estudio, sin embargo, se presentan los antecedentes recopilados a partir de estudios anteriores.

Figura 20 Relación general entre el material del sustrato y la amplificación de la vibración durante un terremoto



Fuente: Keller and Blodgett, 2004

Antecedentes sísmicos

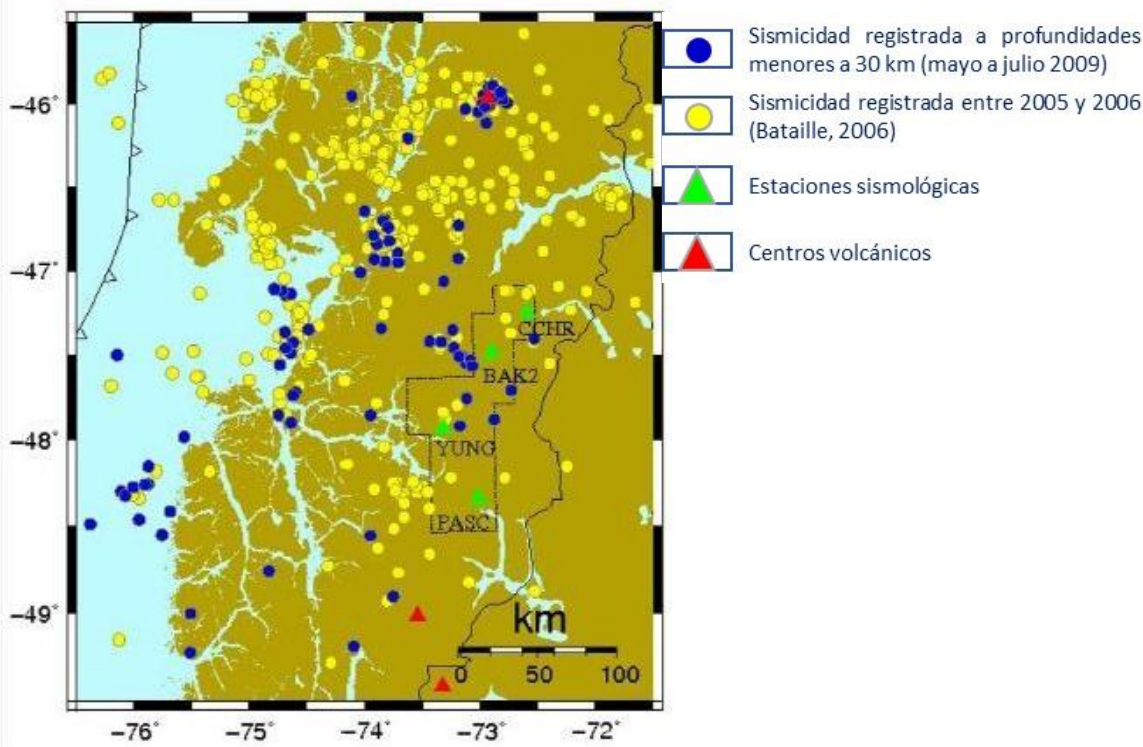
En Chile, desde su extremo norte y hasta la península de Taitao, las placas oceánicas de Nazca y continental Sudamericana convergen a razón de unos 10 cm por año. Al sur de Taitao, la convergencia entre la placa Antártica y la Sudamericana es de aproximadamente 2 cm por año. Esta considerable disminución de la convergencia es la principal causa de la relativa menor sismicidad al sur de Taitao (Cisternas y Vera, 2008).

Los registros sísmicos de la zona se concentran principalmente en el sector del fiordo Aysén, vinculados al comportamiento de la Falla Liquiñe-Ofqui (FLO) (Agurto et al., 2012). Científicos de las universidades de Barcelona (España) y Gante (Bélgica) descubrieron huellas geológicas de terremotos y tsunamis que han afectado a la región de Aysén durante los últimos 12.000 años (Wils et al., 2020).

Durante los estudios de impacto ambiental del Proyecto Hidroeléctrico Aysén, el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile instaló una red de cuatro sismómetros en la zona del proyecto. Estos dispositivos permitieron identificar sismos de magnitudes entre 1 y 4; los de magnitudes 1 y 2, así como los de 2 y 3, estaban asociados a la FLO, mientras que los de magnitud superior a 4 se relacionaron con la zona de subducción.

En la figura se muestran los sismos ocurridos entre 2006 y 2009: los círculos azules indican sismos ocurridos a menos de 30 km, que corresponden a sismos de intraplaca asociados a zonas de falla. No se reportaron daños por estos sismos (AURUM-INGEROC/Vargas, 2010; Bataille, K. 2006).

Figura 21 Registro sísmico entre los 46° y 49° S.



Fuente: AURUM-INGEROC/Vargas, 2010. Departamento de Geofísica Universidad de Chile.

I.3.3 Volcanismo

La Zona Volcánica Austral (ZVA) se extiende desde el Golfo de Penas hasta Tierra del Fuego, entre las latitudes 49°S y 55°S. Esta zona cuenta con solo seis centros volcánicos y se caracteriza por erupciones de andesitas y dacitas, sin la presencia de basaltos y andesitas basálticas que son comunes en otras zonas volcánicas de Chile. Los centros volcánicos de la ZVA son el resultado de la subducción de la placa oceánica Antártica bajo la Placa Sudamericana.

Los volcanes más cercanos a Villa O'Higgins son Lautaro (Motoki et al., 2006), Humboldt y Viedma. Más al sur se encuentra el volcán Aguilera, todos ellos pertenecientes a la ZVA. Al norte de Puerto Aysén, asociados a la Falla Liquiñe-Ofqui, se ubican los volcanes Maca, Cay, Mentolat y Melimoyu (GORE Aysén, 2013), sin influencias evidentes en la zona estudiada.

El Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), aplicando la metodología del National Volcano Early Warning System (NVEWS) desarrollada por el Servicio Geológico de los Estados Unidos y adaptada para Chile, ha evaluado el riesgo de los 90 volcanes activos del país (Aguilera, 2016). Según los parámetros del SERNAGEOMIN (2011) (NVEWS-SERNAGEOMIN), los volcanes Lautaro y Aguilera tienen un riesgo de 65, Medio, según Tabla:

Tabla 8 Niveles y categorías de riesgo volcánico

NIVEL	VALORES DE RIESGO	CATEGORÍA DE RIESGO
5	99 y más	Muy Alto
4	68 – 98,99	Alto
3	46 – 67,99	Medio
2	27 – 45,99	Bajo
1	0 – 26,99	Muy Bajo

Fuente: NVEWS-SERNAGEOMIN.

De acuerdo al plano de Zonificación Regional del Sistema de Riesgos Naturales, el sector de Lago O´Higgins (GORE Aysén, 2013) que abarca el área de estudio, podría ser considerada con un nivel bajo de peligro de caída de piroclastos.

I.3.4 Licuefacción

Dentro de los fenómenos asociados a los sismos, la licuefacción de Suelos es reconocida como un proceso natural mediante el cual determinados tipos de suelos saturados, no consolidados y no cohesivos (**como arenas sueltas, arenas y limos mal graduados**) que pierden su resistencia al corte debido a vibraciones del terreno y temporalmente se transforman a un estado licuado (se comportan como un líquido) gatillados por sismos.

En este proceso el suelo experimenta una pérdida pasajera de resistencia que comúnmente hace que se produzca un desplazamiento o falla del terreno (las estructuras se hunden) y es típico de sectores con depósitos fluviales, deltas y desembocadura de ríos, donde predominan depósitos de arenas y limos no consolidados (a profundidades menores de 15 metros) y nivel freático alto (cercano a superficie e inferior a 3 metros). Además, sucede en los suelos que poseen baja compactación, por ejemplo, aquellos terrenos ubicados donde antes existieron lagos o lagunas.

De igual importancia es la licuefacción en rellenos antrópicos deficientemente trabajados, principalmente, sobre zonas de humedales. Dentro de los efectos de la licuefacción, se han evidenciado formación de grietas, hundimientos de terreno, asentamientos diferenciales de estructuras, “golpes de agua” (surgimiento de agua) y volcanes de arena, a menudo provocan que las estructuras se hundan o dañen.

En el caso particular de O’Higgins, este proceso podría ocurrir en sectores de humedales, turberas y vegas, así como en depósitos no consolidados en las terrazas adyacentes de los cauces principales de los ríos.

I.3.5 Remociones en masa

Los procesos que involucran la movilización de materiales (suelo, rocas o ambos) en laderas por efectos de la gravedad se denominan genéricamente remociones en masa (Cruden, 1991). Constituyen un conjunto de amenazas que resultan ser frecuentes en la naturaleza y que en algunas ocasiones generan gran daño a la población. Para incorporar las remociones en masa en la planificación del territorio, es fundamental diferenciarlas y caracterizarlas según su tipo, velocidad del movimiento y material afectado. Esto permitiría orientar medidas correctivas adecuadas, o dimensionar su real impacto en la población.

La clasificación de los distintos fenómenos de remoción en masa se basa por un lado en el tipo de movimiento que presentan, y por otro lado, en la naturaleza de los materiales involucrados. Los movimientos más frecuentes son de tipo deslizamientos (superficiales y profundos), desprendimientos, volcamientos, mecanismos tipo flujo y extensiones laterales. Mientras que la naturaleza de los materiales afectados puede ser muy variable entre rocas y suelo o combinación de ambos, incluyendo en ocasiones fragmentos material orgánico, troncos de árboles e incluso escombros y basura.

Las clasificaciones más recientes (Hungr, 2014) dan cuenta de una gran cantidad de materiales diferenciables entre sí por sus propiedades geológicas y comportamiento geotécnico (diferenciando entre rocas, detritos, suelos, regolito y otros). Dentro de la característica de cada tipo de remoción en masa, es importante considerar si presentan o no control de estructuras geológicas, el mecanismo de falla que predomina y las velocidades a las que ocurren. Existen remociones en masa extremadamente rápidas (5 m/s según la clasificación de Cruden y Varnes, 1996), como por ejemplo caídas de rocas y avalanchas, hasta movimientos extremadamente lentos (velocidad típica de 16 mm/año según la clasificación de Cruden y Varnes, 1996), como los fenómenos de reptación.

La velocidad de una remoción en masa junto al volumen del material movilizado, condicionan en gran medida la capacidad de control que existe sobre el proceso mediante obras de contención o medidas de mitigación. Dentro de las remociones en masa más comunes en la zona central de Chile para sectores no montañosos, se reconocen desprendimientos de material (rocas, suelos o mezclas, incluyendo en algunos casos vegetación), deslizamientos (ya sea de roca o material disgregado) y los mecanismos de tipo flujo (barro y detritos). En los sectores

montañosos y de la cordillera de Los Andes, se incluyen avalanchas de roca, lahares y flujos asociados a volcanismo.

Las caídas o desprendimientos de bloques de roca o masas de roca son eventos muy rápidos (González de Vallejo et al., 2002) en los cuales el material movilizado se separa del macizo rocoso que lo contiene, viéndose favorecidos por la existencia de planos de debilidad y por laderas con geometrías irregulares. El material desprendido podrá alcanzar el pie del talud mediante caída libre o una combinación de ellas. La trayectoria del material dependerá principalmente de la forma del bloque y del ángulo de pendiente del talud (Lara, 2007).

Figura 22 Remociones en Masa de tipo Caídas de Rocas

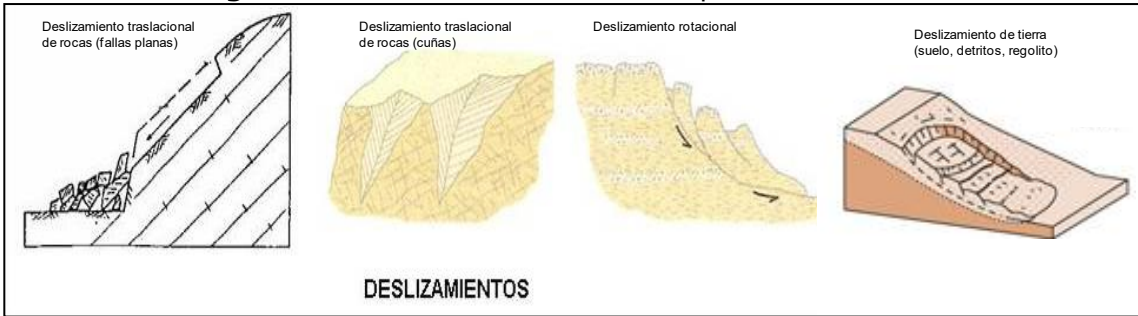


Fuente: Modificado de González de Vallejo et al. 2002

Los deslizamientos corresponden a movimientos de masas ladera abajo que ocurren a través de una o más superficies de cizalle predefinidas, ya sean discontinuidades del macizo rocoso o a partir de las condiciones de resistencia de los suelos que definirán su fallamiento. Los movimientos más comunes que presentan los deslizamientos son de tipo traslacionales y rotacionales (Varnes, 1978). Los primeros, tienen lugar en superficies preexistentes más o menos planas (por ejemplo, diaclasas, fallas o planos de estratificación), siendo los más comunes tipo cuñas y fallas planas.

En el caso de los deslizamientos de tipo rotacionales, la superficie de rotura puede ser superficial o profunda, definida por superficies curvas y cóncavas. Los materiales en que ocurren, van desde bloques de roca (tipo fallas planas o cuñas), o en materiales homogéneos de baja calidad geotécnica (como arenas, suelos, rocas muy meteorizadas, regolito, coluvios y rellenos artificiales, como botaderos de material estéril, lastre en minería, rípios de lixiviación y material de empréstito). En el caso de los deslizamientos en roca, suelen ser eventos rápidos y repentinos. Los deslizamientos (rotacionales o traslacionales) de materiales menos consolidados, suelen presentar grietas en la zona de escarpe o generación, previo a su movimiento, pero su velocidad es variable (lentos a muy rápidos) y dependiendo de las condiciones, pueden ser el inicio de otro tipo de remociones en masa más masivas (Hungr, 2014).

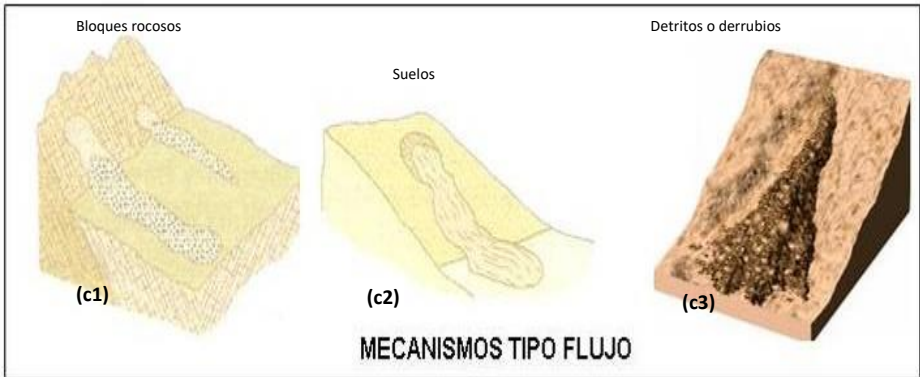
Figura 23 Remociones en Masa de tipo Deslizamientos



Fuente: Modificado de González de Vallejo et al. 2002

Los flujos corresponden a movimientos continuos en que el material es arrastrado y se encuentra saturado en agua (Varnes, 1978). En Chile comúnmente se les llama aluviones. Existen distintas clasificaciones para los flujos, basadas en el tipo de material movilizado (barro, detritos o fragmentos rocosos) y en la proporción de líquido y sólido que presenten (Figura 24). Los eventos más comunes en Chile Central son los flujos de barro y detritos, y cuya ocurrencia dependerá por un lado de existencia de material disponible (generalmente disgregado) que pueda ser arrastrado ladera abajo, y la presencia de algún agente (comúnmente agua) que lo ponga en movimiento. En general estos mecanismos son poco profundos en comparación con el área que pueden abarcar, y pueden tener lugar en laderas con pendientes incluso menores a 10° (González de Vallejo et al., 2002). Su transporte tiende en un principio a ser dominado por las altas pendientes y luego a canalizarse por cauces preexistentes, mediante el cual el fluido va perdiendo velocidad y energía a medida que avanza por sobre la topografía.

Figura 24 Remociones en Masa de tipo flujo



Fuente: Modificado de González de Vallejo et al. 2002

Factores condicionantes y desencadenantes

En el medio físico, existen algunos factores que favorecen la movilización de materiales. Estos se conocen como Factores Condicionantes y están relacionados con la naturaleza, estructura y composición del terreno (González de Vallejo et al., 2002). Por ejemplo, pendientes y topografía abrupta de un terreno, tipo y calidad de los materiales, presencia o ausencia de vegetación, presencia de agua, existencia de intervención antrópica, entre otros. De la misma forma, existen factores que modifican la estabilidad preexistente del terreno, como construcciones, caminos, cortes, sismos y lluvias intensas, que desencadenan o gatillan la ocurrencia de un evento (González de Vallejo et al., 2002) y son conocidos como Factores Desencadenantes.

A continuación, se describen los factores condicionantes más comunes para distintos tipos de remociones en masa, se consideran los siguientes (basados en trabajos de Hauser, 1993; González de Vallejo et al., 2002; Lara, 2007; Muñoz, 2013):

Geología y geotecnia: Las características geológicas de un sector son usualmente descritas a partir de los tipos de materiales presentes (distintas litologías, sedimentos y coberturas de suelo), por la disposición que presentan (estratificación, contactos, presencia de fallas y sistemas de diaclasas). Sin embargo, para estudiar las remociones en masa no sólo es importante conocer la composición y tipo de masa sensible a ser movilizad, sino que también cómo se espera que se comporte en términos mecánicos y resistentes. Es importante considerar el grado de alteración y meteorización de los macizos rocosos, así como caracterizar su fábrica estructural (tipo, disposición y condición de las discontinuidades), y estimar u obtener valores de la resistencia de la roca intacta, del macizo y de sus discontinuidades. También es importante describir el comportamiento de los materiales ante la presencia de agua (porosidad, permeabilidad, humedad, densidad de los materiales que lo componen).

Geomorfología: Las condiciones geomorfológicas de un área estarán gobernadas por los distintos procesos que modelan la superficie, y pueden ser descritas en términos de rangos de pendientes, topografía presente, a altura de las laderas y la forma que presentan (laderas regulares o irregulares, con pendiente positiva o negativa). De esta forma, topografías escarpadas, con altas pendientes, propiciarán la generación de varios tipos de remociones en

masa (como flujos, deslizamientos y caídas), influidos por la acción gravitatoria. Los rangos críticos de pendientes para cada tipo de remoción en masa son variables.

Hauser (1993) señala que pendientes mayores a 25° en las cabeceras de las hoyas hidrográficas serían favorables para el desarrollo de flujos o aluviones, mientras que Sauret (1987) en Sepúlveda (1998) señala que aluviones podrían generarse en pendientes menores (que no sobrepasen los 15°). Laderas en roca con pendientes mayores a 35° serían susceptibles a que se generen deslizamientos, y en un caso sísmico, está pendiente podría ser sólo mayor que 15° (Keefer, 1984). En el caso de caídas de rocas, podrían generarse ante un sismo a partir de un macizo rocoso fracturado, meteorizado, y poco resistentes, en zonas donde los taludes son mayores o iguales a 40° (Keefer, 1984). En algunos tipos de remoción en masa, donde es relevante el espesor de suelo y cobertura vegetal, se consideran además aspectos geográficos del área, como por ejemplo orientación con respecto al norte lo que puede finalmente influir por ejemplo en el grado de humedad de la ladera y exposición al sol.

Clima y vegetación: Las condiciones climáticas influyen directamente en el grado de meteorización y erosión que tendrá un área, especialmente al verse expuesta a precipitaciones, viento, cambios de temperatura y radiación solar. Por ejemplo, la meteorización física y química de los materiales (que es más intensa en climas húmedos), genera mayores espesores de suelo y horizontes orgánicos, y traerá como consecuencia la pérdida de resistencia de los materiales. No obstante, un clima húmedo propiciará la presencia de cobertura vegetal, que además de reducir la erosión, puede en algunos casos ser una barrera natural de contención de material movilizado por remociones en masa. Otro ejemplo es el caso de las precipitaciones, que pueden ser incluidas como condicionantes dentro de la variable climática, pero que también actúan como desencadenante de algunos procesos. Para evaluar cómo el clima y la vegetación condicionan la ocurrencia de remociones en masa, se hace necesario además conocer las características particulares del área a evaluar y los fenómenos asociados.

Condiciones hidrológicas e hidrogeológicas: El agua, tanto en superficie como por debajo de ella, condiciona en forma directa e indirecta la generación de remociones. La forma y distribución de sistemas de drenaje en superficie, así características de caudales, escorrentías, infiltración y posición del nivel freático, además de propiedades de permeabilidad y porosidad de las unidades, influyen en la incorporación de agua en suelos y macizos rocosos (Lara, 2007). El agua juega un papel negativo en la resistencia de los materiales, ya que, por un lado genera presiones intersticiales lo que reduce la resistencia, aumenta los esfuerzos de corte por el incremento del peso del terreno y genera fuerzas desestabilizadoras en grietas y discontinuidades (González de Vallejo et al., 2002) y reduce la resistencia al corte de discontinuidades al lavar los rellenos de estas.

Intervención antrópica: El hombre genera de forma planificada o no, modificaciones en el medio. La generación de obras constructivas, cortes, terraplenes, plataformas, obras de minería, etc., en muchas ocasiones deja las laderas más susceptibles a la ocurrencia de eventos producto de diseños mal concebidos, con ángulos mayores a los que es capaz de resistir en forma natural los materiales, o que no consideran el control estructural que tendrá un talud de forma natural. En algunas ocasiones, el resultado son geometrías de laderas irregulares o con pendientes negativas que finalmente causarán desestabilización. Sin embargo, también existen obras antrópicas robustas, que disminuirán la susceptibilidad ante remociones en masa, y esa consideración será incluida y abordada en el presente trabajo. Cabe señalar, que al igual que las precipitaciones, la intervención antrópica en algunos casos resulta el agente desencadenante de un evento.

A diferencia de los factores condicionantes, los factores desencadenantes corresponden a agentes activos y pueden ser considerados como factores externos que provocan o gatillan inestabilidades (González de Vallejo et al., 2002). En la mayoría de los casos, son varias causas las que finalmente contribuyen al movimiento de una ladera, aunque con frecuencia se atribuyen a sismos o precipitaciones intensas, sin embargo, deben existir las condiciones predeterminadas para su ocurrencia.

Dentro de los factores desencadenantes, los más comunes se citan:

Condiciones hidrológicas e hidrogeológicas: Las precipitaciones y aportes de agua cambia las condiciones hidrológicas en los terrenos produciendo: variación en las presiones intersticiales; cambios en el peso del terreno; cambios en los niveles de saturación; pérdida de resistencia de los materiales; aumento en la erosión de las laderas; socavamiento de terrenos. Según González de Vallejo et al. (2002), el desencadenamiento de remociones en masa por causas meteorológicas y climáticas está relacionado fundamentalmente con el volumen, intensidad y distribución de las precipitaciones, lo que implica considerar la respuesta del terreno ante lluvias intensas durante horas o días, su respuesta estacional y en ciclos de sequía.

Las precipitaciones cortas e intensas serían más proclives a generar eventos superficiales, mientras que remociones más profundas serían provocadas por eventos distribuidos en largo periodo de tiempo (Aleotti, 2004 y Kim et al., 2004, en Lara, 2007). En este sentido, la cantidad de lluvias necesarias para que se desencadenen remociones en masa, dependerá del tipo y condición de los terrenos y su ubicación geográfica. En general, distintas zonas necesitarán lluvias de intensidad y/o duración distinta para que se generen remociones, existiendo así un umbral de precipitaciones característico de cada lugar (Lara, 2007). Para determinar los umbrales característicos de cada zona, se quiere contar con bases de datos idealmente continuas de precipitaciones o con alta frecuencia que permitan la realización de análisis estadísticos para la zona de estudio (situación que no siempre ocurre) e incluir dentro del análisis la ocurrencia de fenómenos climáticos, como por ejemplo el fenómeno de El Niño, en el cual existe una tendencia al exceso de precipitaciones (inviernos con mayor días con lluvia y con precipitaciones de intensidades mayores) y de los niveles de caudales líquidos de escorrentía (García, 2000 en Lara, 2007).

Existen numerosos estudios, antecedentes históricos e información de prensa que dan cuenta de eventos de tipo flujo en la zona precordillerana y cordillerana de la zona Central de Chile. Hauser (1985) plantea una evidente relación entre la generación de aluviones en la zona central con precipitaciones anormalmente intensas (más de 60 mm/24 horas en periodos invernales). Precipitaciones de intensidad media en periodos prolongados de tiempo pueden ser consideradas como factores desencadenantes de flujos (Padilla, 2006). Eventos de precipitaciones anormales llevan consigo también, un aumento de la escorrentía superficial que incrementa la erosión del suelo suelto, elemento importante en la generación de flujos. Es importante señalar la ocurrencia de flujos en áreas urbanas donde el material movilizado se satura en agua por causas humanas (ruptura de cañerías, entre otros).

Sismos: Los terremotos pueden provocar movimientos de todo tipo en las laderas, dependiendo de sus características y de parámetros sísmicos, como magnitud y distancia a la fuente (González de Vallejo et al., 2002). Las aceleraciones sísmicas generan un cambio temporal en el régimen de esfuerzos al que está sometido la ladera, tanto normales como de corte, pudiendo producir su inestabilidad (Lara 2007). Según González de Vallejo et al. (2002), los desprendimientos de bloques, deslizamientos, flujos y avalanchas de roca son las remociones en masa más frecuentes producto de un fenómeno sísmico, mientras Keefer (1984) señala que corresponderían a caídas de rocas, deslizamientos desagregados de suelos en laderas con pendientes mayores a 15° y deslizamientos de roca en laderas con pendientes mayores a 40°, y en forma secundaria, derrumbes en suelo, deslizamientos en bloques de suelo y avalanchas de tierra, estableciendo magnitudes mínimas aproximadas para la generación de cierto tipo de fenómenos de remociones en masa, en base a observaciones de eventos generados. Por ejemplo, para sismos con magnitud menor o igual a 5,3 se establece en 50 kilómetros la máxima distancia desde el foco y zonas con ocurrencia de caídas de rocas y deslizamientos disgregados (Keefer, 1984). De la misma forma, se establece en 10 kilómetros la máxima distancia entre el foco de un sismo con magnitud cercana a 5,5 y zonas con flujos de detritos y deslizamientos masivos. Cabe señalar que estas condiciones no contemplan amplificaciones locales o efectos de sitio que pudiese desencadenar remociones en masa.

Intervención antrópica: El hombre, como ente modificador del medio, genera una serie de cambios que, en algunos casos, son el principal desencadenante de remociones en masa. Los cambios en las condiciones hidrológicas e hidrogeológicas, producto de la impermeabilización artificial de los suelos o el desvío de cauces sin las correctas medidas paliativas, pueden generar cambios en las propiedades de los materiales y variaciones en el nivel freático. Por otro lado,

la obstrucción de cauces con basura y escombros puede aumentar el material a movilizar durante un aluvión, o bien, la mala mantención de redes de alcantarillado y agua potable, pueden desencadenar aluviones (por ejemplo, el aluvión en el Cerro el Litre (Valparaíso) el año 2009). La generación de obras constructivas, cortes, terraplenes, plataformas, entre otros, sin un análisis geotécnico adecuado, puede ocasionar desestabilización, así como el poco mantenimiento de sistemas de contención, o bien la limpieza de laderas sin la guía de un especialista.

I.3.6 Inundaciones por desborde de cauces

Las inundaciones corresponden, en la mayoría de los casos, a un fenómeno de origen natural y recurrente para un río. "Estadísticamente, los ríos igualarán o excederán la inundación media anual, cada 2,33 años (Leopold et al. 1984, en Rojas, 2009). La mayor parte de las inundaciones resultan de la interacción que se produce entre el agua y el sedimento que se mueve o permanece en el cauce del río (Keller & Blodgett, 2007).

Keller & Blodgett (2007), definen inundación como un proceso natural por el cual el flujo rebosa el cauce, relacionando el proceso generalmente con la cantidad y distribución de las precipitaciones en una cuenca. Para estos autores, el fenómeno puede caracterizarse por el caudal como por la altura de la lámina de agua.

Para Monsalve (1999, en Rojas, 2009), no se deben confundir los términos entre creciente e inundación. Una creciente es simplemente la ocurrencia de caudales relativamente grandes, en cambio una inundación es la ocurrencia de caudales suficientemente grandes que se salen de su cauce, de esta forma una creciente puede o no causar una inundación, como también una inundación puede o no provenir de una creciente (ej. Elevación del nivel del mar, represamientos). Conceptos similares son los ocupados en Estados Unidos por el Servicio Nacional de Meteorología, el que tiene un sistema de alertas de inundación designando una altura precisa en un lugar determinado. La fase de crecida comienza cuando se sobrepasa el nivel establecido, esperando que comience una inundación, una vez que el caudal se sitúa por debajo del nivel de crecida el río se encuentra en fase de encausamiento (Strahler, 1992).

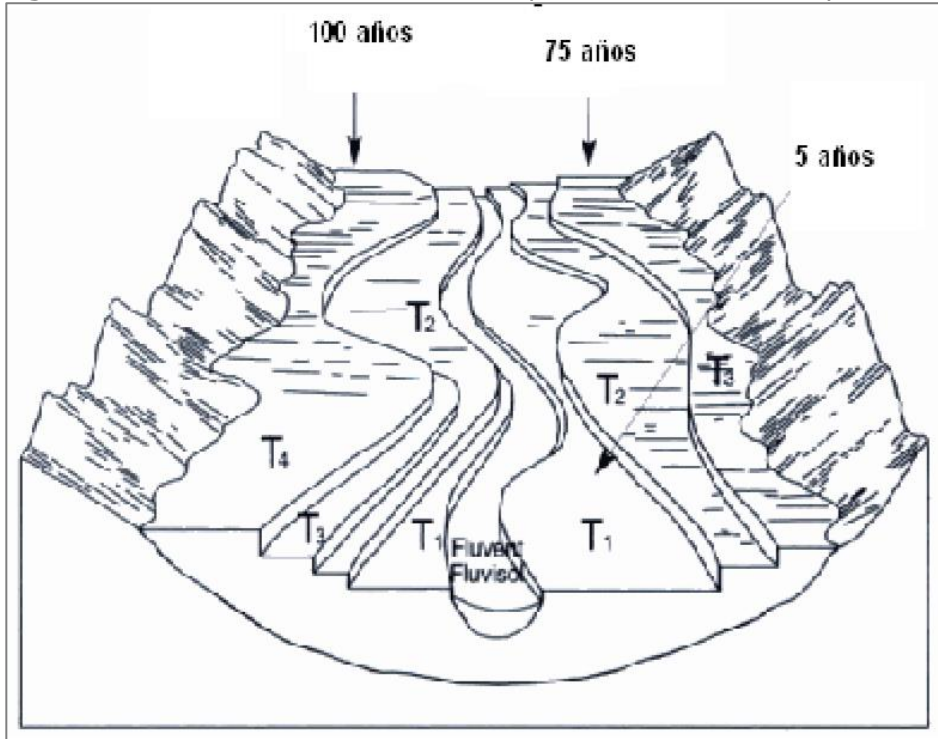
En síntesis, todas las definiciones apuntan a la superación de la capacidad de evacuación del cauce, pasando el agua a ocupar la llanura de inundación o lecho mayor, la definición de esta zona depende de la perspectiva del estudio, "como categoría topográfica es muy plana y se encuentra al lado un río; geomorfológicamente, es una forma de terreno compuesto primariamente de material depositado no consolidado, derivado de sedimentos transportados por el río en cuestión; hidrológicamente, está mejor definida como una forma de terreno sujeta a inundaciones periódicas por un río padre" (Schmudde, 1968, en Rojas, 2009), en síntesis corresponde a una zona relativamente plana ubicada en una zona adyacente al cauce que sufre inundaciones periódicas.

El sistema fluvial responde al aporte de agua desde fuera del sistema (Camarasa, 2002, en Rojas, 2009), produciendo una aceleración de los procesos de erosión, transporte y sedimentación en el área afectada. En la intensificación de un proceso de crecida que puede terminar en inundación, intervienen factores espacio-temporales del evento, que dicen relación con la propagación del agua valle abajo, algunos de estos factores fueron expuestos por Mateu (1988, en Rojas, 2009): Condiciones climáticas e hidrológicas previas registradas en la cuenca; caracteres físicos de la cuenca: topografía, superficie drenada, litología, cubierta vegetal, uso de suelo, canalizaciones, tipo de suelo, densidad y jerarquización de la red de drenaje. Características de los canales: morfología del lecho, geometría del cauce, procesos naturales, obstrucciones.

Para determinar los alcances de una posible inundación se utiliza el concepto de intervalo de recurrencia o tasa de retorno, entendido como el tiempo promedio entre eventos que igualan o exceden una magnitud determinada, se acostumbra a denotarlo con T (Aparicio, 1989; Chow et al. 1994; Keller & Blodgett, 2007, en Rojas, 2009), generalmente y si las metodologías y datos disponibles lo permiten, cada terraza de inundación tendrá su propio período de retorno (Figura 25).

Tarbutck & Lutgens (2005, en Rojas, 2009), clasifican las inundaciones en primer lugar por sus causas, sean estas naturales o humanas. A partir de ello establecen una clasificación por cuatro tipos de inundaciones: inundaciones regionales; inundaciones repentinas o avenidas; inundaciones por obstrucción de hielo; inundaciones por rotura de represas.

Figura 25 Terrazas de inundación con periodos de retorno hipotéticos



Fuente: Modificado de Porta & López-Acevedo, 2005

Keller & Blodgett (2007), identifican dos tipos de inundaciones: inundaciones de cabecera y de valle. Las Inundaciones de cabecera se producen en las partes altas de las cuencas fluviales, por rotura de presas, diques y obstrucciones de hielo. Por su parte las inundaciones de valle son las más conocidas, comúnmente aparecen en la prensa y son el resultado de tormentas que saturan el suelo y hacen aumentar la escorrentía. Ollero (1997, en Rojas, 2009), identifica seis tipos de inundaciones en cursos fluviales, y agrega las inundaciones provocadas por el mar, pero con la sinergia de las crecidas fluviales.

Los efectos de una inundación pueden ser vistos desde el punto de vista del medio natural como del medio antrópico. En el medio natural podemos mencionar: movilización de gran cantidad de sólidos desde la cabecera de la cuenca; aceleración de los procesos de erosión, transporte y sedimentación; generación de corrientes anárquicas en llanos de inundación como también microformas de relieve; variaciones de geometría y trazado del cauce; renovación del ambiente fluvial y de los hábitats. En el medio humano las consecuencias son en su mayoría negativas: daños en infraestructuras; repercusiones en la vida humana (falta de comunicaciones, gastos económicos, cesantía, efectos psicológicos, sociológicos, problemas de salud, abastecimiento, etc.); pérdida de vidas humanas (Ollero, 1997, en Rojas, 2009).

I.3.7 Inundaciones por anegamiento

La inundación por anegamiento se define como formas de acumulación de aguas de lluvia sobre el terreno, y oteando hacia la causalidad, por lo general en este caso también existe una situación de desbalance, la cual se da entre el volumen de la lluvia precipitada en un determinado periodo y la capacidad de evacuación de un suelo dado, tanto horizontal como verticalmente.

Si bien ello es cierto, existen complicaciones. Estas se derivan de los cambios en la permeabilidad, en la saturación del suelo, y en la micro-topografía de la superficie, ya sean por causas naturales o artificiales.

Los cambios en la permeabilidad del suelo pueden ser positivos o negativos. Entre las acciones positivas, es decir, que incrementan la permeabilidad está la aradura y la incorporación de materia orgánica. Los efectos negativos tienen como causa la intervención en términos de compactación y/o de cobertura con materiales impermeables, como son las construcciones, los concretos y los asfaltos, incluso la aplicación de petróleo o aceite quemado a los caminos de tierra o la adición de una cubierta de maicillo y su apisonamiento.

La saturación del suelo, según Ferrando y Francisco (2006) se refiere concretamente a dos situaciones: 1º- la existencia natural de áreas hidromórficas o con presencia semi-constante a constante de la napa en superficie, lo que impide la percolación de las aguas lluvias, puesto que un suelo con estas características se comporta como un material impermeable y, 2º- los suelos pueden sufrir saturación progresiva, más o menos rápida según su permeabilidad, ante la ocurrencia de precipitaciones prolongadas o intensas, lo cual conduce a una situación similar a la anterior. Se trata del concepto de permeabilidad efectiva.

En este caso, si un suelo dado ve superada su capacidad de infiltración y evacuación subterránea de las aguas, lo cual es común que ocurra cuando las lluvias son intensas, se generará un excedente pluviométrico que deberá permanecer en superficie por el lapso de tiempo post-lluvia necesario para que la situación se normalice.

Las variaciones en la micro-topografía se refieren a cambios en la configuración del terreno que crean desniveles y obstáculos para el drenaje superficial. Este hecho tiene una causal fundamental: el hombre. Las construcciones que este efectúa (diques, terraplenes, camellones, soleras, muros, etc.) vienen a constituirse en obstáculos para que el agua circule libremente sobre los terrenos siguiendo las diferencias de pendiente. Esto ocurre tanto en el ámbito rural como en el urbano.

En el primero de los casos, los terraplenes de las carreteras y de las vías férreas suelen cumplir el rol de diques por insuficiencia de alcantarillas transversales, generando enlagunamientos hacia aguas arriba. En las ciudades, prácticamente todas las construcciones son obstáculos al escurrimiento de las aguas lluvias, las cuales terminan por acumularse en sectores ligeramente más bajos sin posibilidad de circular ni infiltrarse.

Frente a la ocurrencia de precipitaciones, la malla de calles y avenidas de una ciudad se transforma en una "red fluvio-vial" que, siguiendo la inclinación del eje de cada una de ellas funcionando como cauces, va creando flujos que confluyen progresivamente, sumando sus aguas en dirección de los sectores topográficamente más deprimidos. Con base en un levantamiento topográfico detallado de las calles de una ciudad, es posible establecer claramente de dónde vienen y para donde van las aguas, y los diferentes puntos de concentración, lo cual puede servir como herramienta de decisión sobre qué hacer y donde hacer en el contexto de las medidas que deben emanar de los planes maestros de aguas lluvias.

Por otra parte, cuando los anegamientos en el área rural llegan a superar parte de los obstáculos del terreno, estas aguas comienzan a desplazarse sobre la superficie, pasando a constituir una forma de escurrimiento laminar. Como resultado de este proceso pueden presentarse nuevas situaciones¹⁹:

- Pueden resultar afectados terrenos que no habían sufrido este problema;
- La suma de estas aguas provenientes de diferentes sectores, lo cual requiere de ciertas condiciones topográficas favorables, puede elevar sustantivamente la cota de anegamiento en algún sector agravando la situación.

¹⁹ Ferrando A., Francisco J. Sobre inundaciones y anegamientos. En: Revista de Urbanismo, N°15, Santiago de Chile

I.4 CATASTRO HISTÓRICO DE EVENTOS DE RIESGO

El catastro tiene como objetivo reconocer los riesgos naturales y antrópicos existentes en el área de estudios, determinar sus causas y analizar posteriormente las posibilidades de zonificar como áreas de riesgos.

Tabla 9 Resumen de incidentes o emergencias (encargado comunal de emergencias de Villa O´Higgins)

Informe Incidente	Hora y Fecha		Tipo y Descripción del Evento	Observaciones
No. 3	05.02.18		Inundación, desborde del río Mosco.	Crecida e inundación ocurrió en noche y madrugada de hoy.
No. 4	09:30 del 07.02.18		Inundación, desborde del río Mosco.	Inspección de las 08:30 indica que por inundación no se puede acceder a ribera sur.
No. 5	17:00 del 07.02.18		Inundación, desborde del río Mosco.	Se incorporó retroexcavadora de Constructora Río Maule, desde las 12:30 a 16:30, para realizar obras de contenciones temporales, mitigar desbordes y anegamientos.
No. 6	10:00 del 08.02.18		Inundación, desborde del río Mosco.	Inspección de las 08:30 indica que condición de crecida y desborde se mantiene. Trabajos no solucionan contingencia y se requiere maquinaria.
No. 7	10:00 del 08.02.18		Inundación, desborde del río Mosco.	Inspección de las 08:30 indica que condición de crecida y desborde se mantiene. Trabajos no solucionan contingencia y se requiere maquinaria.
No. 8	09:30 del 27.02.18		Inundación, desborde del río Mosco.	Inspección de 15:30 indica que condición de crecida y desborde se mantiene. Pérdida de pretils y contenciones. Trabajos con bulldozer no solucionan contingencia.
No. 9	15:00 del 02.03.18		Inundación, desborde del río Mosco.	Inspección indica que condición de crecida y desborde se mantiene en riberas sur y norte. Afectación de predios y caminos.
No. 10	09:00 del 08.03.18		Inundación, desborde del río Mosco.	Inspección de 09:00 indica que condición de crecida y desborde se mantiene en riberas sur y norte. Afectación de predios y caminos. Vivienda de Tomás Ulloa se encuentra aislada.
No. 11	11:00 del 19.03.18		Socavamiento de camino a Bahía Bahamondez.	Sector medialuna km 4,5, por acción de oleaje se generó un socavamiento con peligro de corte de ruta que afectaría el acceso a Central Hidroeléctrica Edelayén que abastece a Villa O'Higgins.
No. 12	14:30 del 16.04.18		Inundación, desborde del río Mosco.	Inspección de 09:30 indica que se realizaron trabajos de contención y desvío de cauce en ribera norte por crecida del 15.04.18 con maquinaria contratada por DOH. Poblador Tomás Ulloa es evacuado.
No. 13	20:30 del 18.04.18		Inundación, desborde del río Mosco.	Inspección de 18:00 indica que por fuertes lluvias y altas temperaturas se produce desborde constante en ribera norte. Anegamiento de vivienda, desborde en ruta X-91, posibilidad de

			corte de ruta hacia Bahía Bahamondez (central hidroeléctrica).
No. 14	21:10 19.04.18	del Inundación, desborde del río Mosco.	Inspección de 12:30 indica que se produjo aluvión en ribera sur, el cual modificó el cauce del río hacia la ribera norte, alcanzando el cabezal sur del aeródromo y dependencias de Carabineros. Se requiere de maquinaria y camiones.
No. 15	12:10 20.04.18	del Inundación, desborde del río Mosco.	Se mantienen pobladores evacuados y 2 viviendas afectadas. Se requiere de manera urgente maquinaria de CMT.
No. 17	15:00 23.04.18	del Inundación, desborde del río Mosco.	Continúan los trabajos de contención pero con la necesidad de contar con más maquinaria. Se mantienen pobladores evacuados y 2 viviendas afectadas. No ha llegado maquinaria del CMT.
No. 18	10:00 24.04.18	del Inundación, desborde del río Mosco.	Continúan los trabajos de contención pero con la necesidad de contar con más maquinaria. El río se encuentra parcialmente contenido. Se mantienen pobladores evacuados y 2 viviendas afectadas. Maquinaria de CMT finaliza operaciones mañana, es prioritario que continúe. Se deben considerar estudios de SERNAGEOMIN y topografía.
No. 19	12:00 25.04.18	del Inundación, desborde del río Mosco.	Continúan los trabajos de contención pero con la necesidad de contar con más maquinaria. El río se encuentra parcialmente contenido. Se mantienen pobladores evacuados y 2 viviendas afectadas. Maquinaria de DOH y camiones están fuera de servicio. Se requiere excavadora de CMT.
No. 21	14:30 30.04.18	del	Continúan trabajos de contención. El río se encuentra contenido. Excavadoras, retroexcavadoras y camiones funcionando. CMT finaliza labores mañana. Equipo de DGA en terreno.

Fuente: Sernageomin, 2018.

Tabla 10 Registro de riesgos naturales y antrópicos por Desinventar Sendai²⁰ para comuna de Villa O´Higgins

Evento	Fecha	Fuente	Descripción
Aluvión	2014/05/27	El Mercurio	Alud de rocas y troncos bloquea 100 m de la Carretera Austral a la altura de El Resbalón, entre Villa O´Higgins y Río Bravo. El bloqueo es de 5.000 m3 de troncos y rocas, dejando aislados a 550 habitantes de Villa O´Higgins.

Fuente: <https://www.desinventar.net/DesInventar/results.jsp>

I.4.1 Puntos críticos de invierno 2024

De acuerdo a lo consultado en “Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres” (SENAPRED) se determinaron los puntos críticos de invierno 2024 y su nivel de riesgo para la comuna de Villa O’Higgins.

El nivel de riesgo es determinado de acuerdo a la percepción del riesgo comunal, considerando la afectación e impactos que se producen por eventos meteorológicos en los siguientes ámbitos:

- Viviendas (con daño mayor o destruidas).
- Servicios básicos (agua potable, servicios sanitarios, energía, telefonía, gas y combustibles).
- Infraestructura crítica (salud, educación, líneas vitales tales como; caminos, puertos, aeropuertos y ABC; servicios médicos de urgencia, Bomberos y Carabineros).

²⁰ DesInventar Sendai es una nueva versión del software ampliamente utilizado y ampliamente probado que implementa todos los Indicadores y datos necesarios para el Monitoreo de las Metas A a D del Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres, que corresponden a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) paralelos. indicadores de los Objetivos 1, 11 y 13.

- Aislamiento (pérdida total de conectividad y accesibilidad).
- Pérdida de cultivos

A continuación de presentan por puntos críticos por sectores y nivel de riesgo

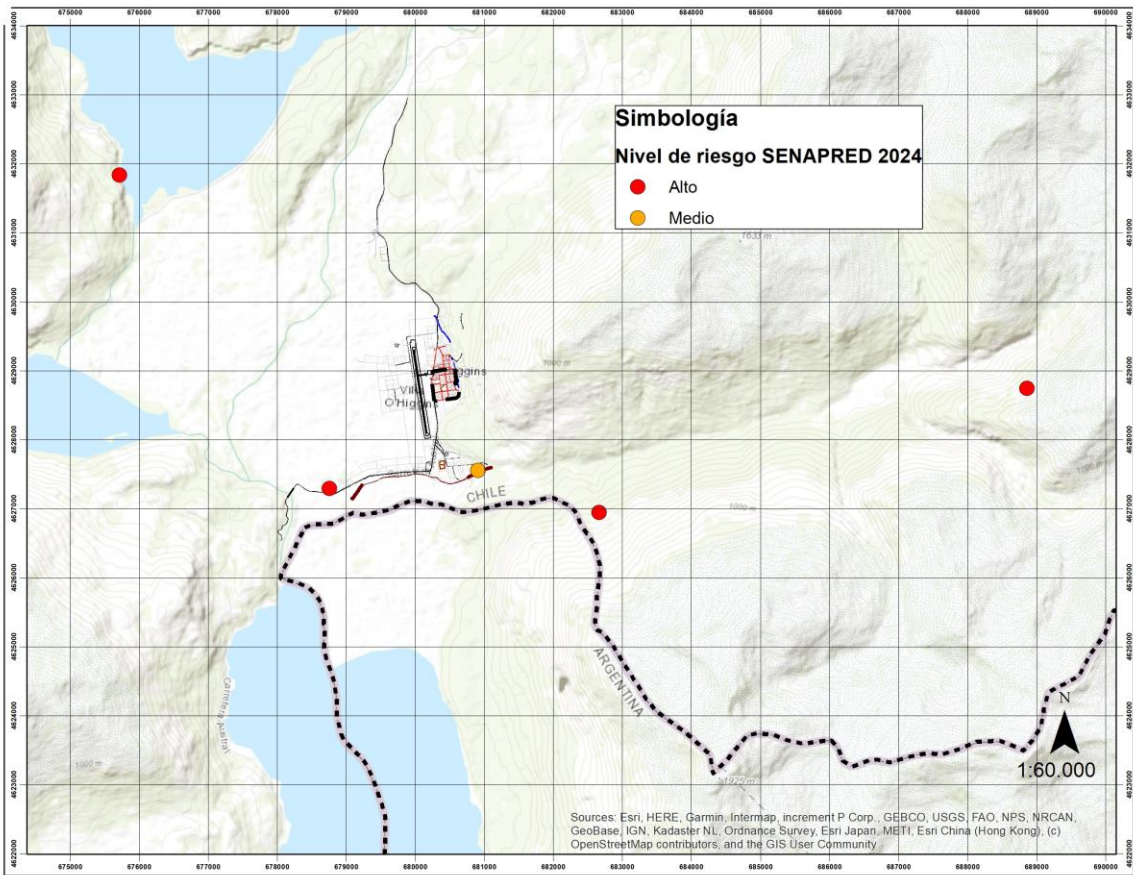
Tabla 11 Puntos críticos programa de invierno 2024 SENAPRED

Comuna	Sector	Causa generadora	Nivel de riesgo
OHIGGINS	Cerro Submarino	Flujos de barro/detritos (Aluvión)	Alto
OHIGGINS	Ribera Sur Río Mosco	Flujos de barro/detritos (Aluvión)	Alto
OHIGGINS	El Cisne	Interrupción de caminos	Alto
OHIGGINS	El Mosco	Inundación por desborde de cauce	Alto
OHIGGINS	Lago Christie	Deslizamiento/Derrumbe/Rodado/Caída	Medio
OHIGGINS	Río Mayer	Anegamiento de caminos/pasos a desnivel	Medio
OHIGGINS	Predio El Mirasol	Deslizamiento/Derrumbe/Rodado/Caída	Medio
OHIGGINS	El Resbalín	Deslizamiento/Derrumbe/Rodado/Caída	Medio
OHIGGINS	El Mosco	Inundación por desborde de cauce	Medio

Fuente: Sitio web SENAPRED.²¹

En las siguientes figuras se pueden apreciar que los puntos de riegos más cercanos a Villa O’Higgins corresponden a 2 sectores de inundación por desborde de cauces (Río Mosco) cuyos niveles de riesgos corresponde a Alto y Medio. Adicionalmente existen catastrados 2 punto de riesgo Alto por flujos en la cuenca del Río Mosco.

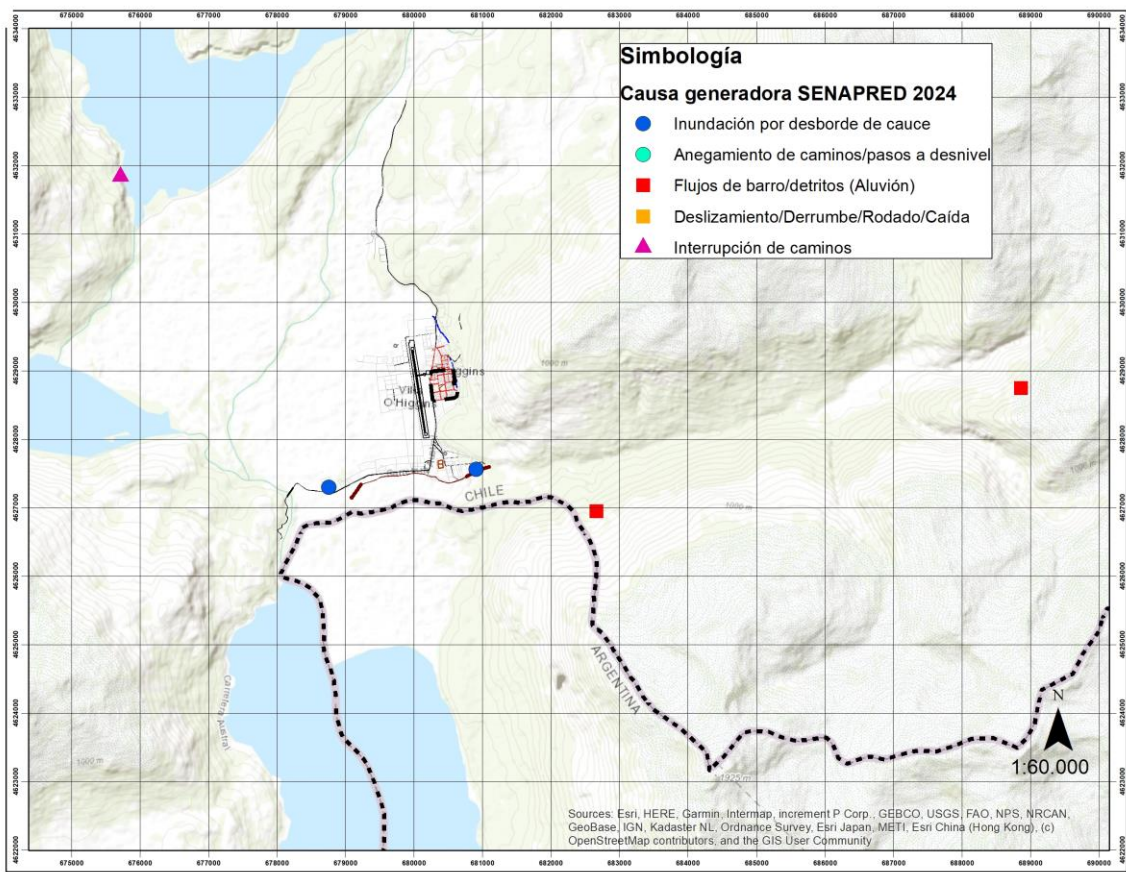
Figura 26 Niveles de riesgos SENAPRED 2024



Fuente: Sitio web SENAPRED.

²¹ <https://web.senapred.cl/puntos-criticos-programa-invierno/>

Figura 27 Causas generadoras SENAPRED 2024



Fuente: Sitio web SENAPRED.

I.4.2 Registro de prensa y redes sociales referentes a desastres en Villa O'Higgins

Santa María Radio y TV

MATINAL - SITUACIÓN RÍO MOSCO 20 de diciembre de 2023

"los gaviones principales que tiene más de 20 años y han colapsado 2, hace más de 5 años. Río es más alto de lo que era hace 30 o 40 años, el agua está llegando a la altura de la carretera a pesar de que levantaron bastante"

Figura 28 Registro de noticia crecida Río Mosco 20/12/2023



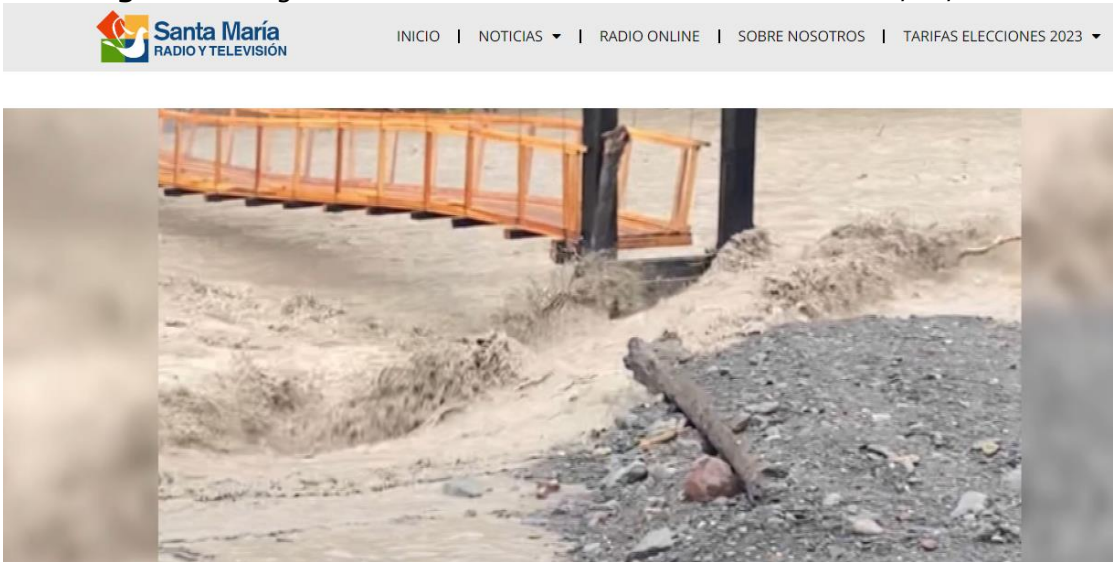
Fuente: Página de Facebook Santa María Radio y TV.²²

²² <https://www.facebook.com/radiosantamaria.cl/videos/1067018484350101>

Santa María Radio y TV, 3 de marzo de 2023

El Ministerio de Obras Públicas descartó que por ahora exista riesgo de desborde del río Mosco en la comuna de O'Higgins, esto tras un aumento de su caudal producto de las fuertes precipitaciones que se han estado registrando en el sur de la región. El aumento del caudal de este río no es una situación desconocida, e incluso se puede generar más de una vez al año, por ello desde el Ministerio de Obras Públicas realizan un monitoreo permanente, a través de la dirección de Obras Hidráulicas.

Figura 29 Registro de noticia aumento caudal Río Mosco 03/03/2023



Fuente: Página web radio Santa María.²³

Radio cooperativa, 20 de enero 2020

Pobladores de río Mosco en Villa O'Higgins exigen apoyo tras crecida

"La tarde de este jueves regresaron las lluvias a Villa O'Higgins y con ellas la preocupación de las cuatro familias que habitan el sector de la ribera sur del río Mosco, quienes desde el pasado 23 de diciembre no pueden regresar a sus hogares por la crecida que inundó la mayoría de los campos del sector."

Figura 30 Fotografías de registro noticia crecida Río Mosco 20/01/2020



Fuente: Sitio web radio Cooperativa.²⁴

²³ <https://www.radiosantamaria.cl/2023/03/03/tras-aumento-de-caudal-por-lluvias-descartan-desborde-de-rio-mosco/>
²⁴ <https://cooperativa.cl/noticias/pais/region-de-aysen/pobladores-de-rio-mosco-en-villa-o-higgins-exigen-apoyo-tras-crecida/2020-01-03/153704.html>

Canal Vía Austral, 5 de enero de 2020

Nueva crecida del Río Mosco generó destrucción total de viviendas

Han sido días complicados para quienes viven en las cercanías del río Mosco en Villa O'Higgins, ya que nuevamente este fin de semana el aumento del caudal provocó inundaciones y pérdidas totales a diversas familias. <https://buff.ly/2Qp8bHI>

Figura 31 Registro noticia crecida Río Mosco 05/01/2020



Fuente: Página de Facebook canal Vía Austral.²⁵

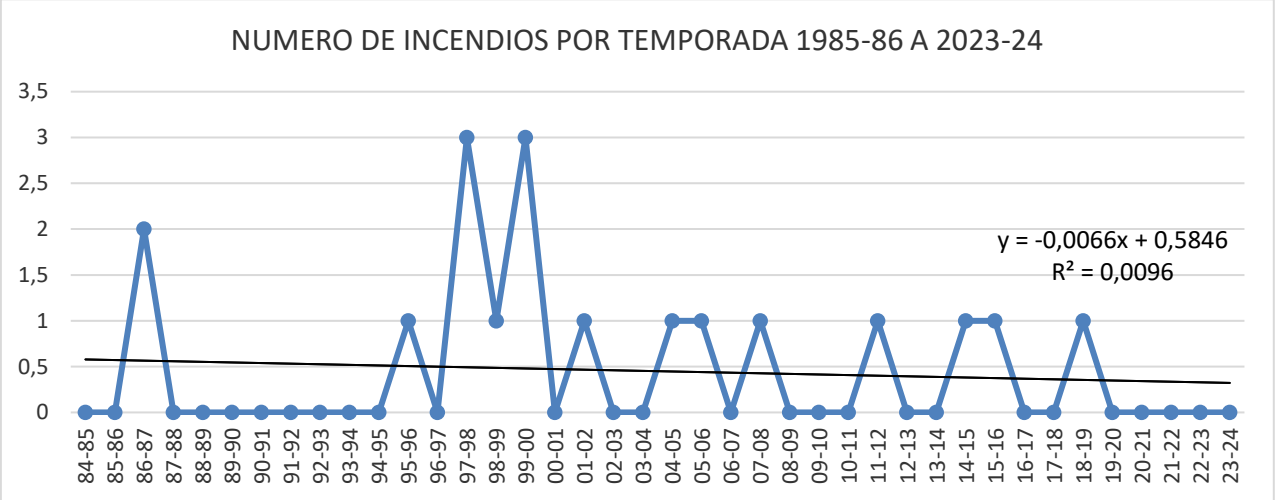
²⁵ <https://www.facebook.com/watch/?v=474501103267219>

I.4.3 Registro de incendios en Villa O’Higgins

La estadística de CONAF respecto de la ocurrencia de incendio en la comuna de Villa O’Higgins entre las temporadas 1985-86 a 2023-24, registra un total de 18 siniestros y una superficie total de 635,3 hectáreas.

Respecto de la tendencia del número de siniestros por año es a la baja, las temporadas de mayor número de incendios corresponde 1997-98 (3) y 1999-00 (3) y la más baja con 0 registros corresponde a la temporada 2019-00 a la fecha. Como se puede apreciar en la siguiente figura la tendencia de número de siniestros es la baja.

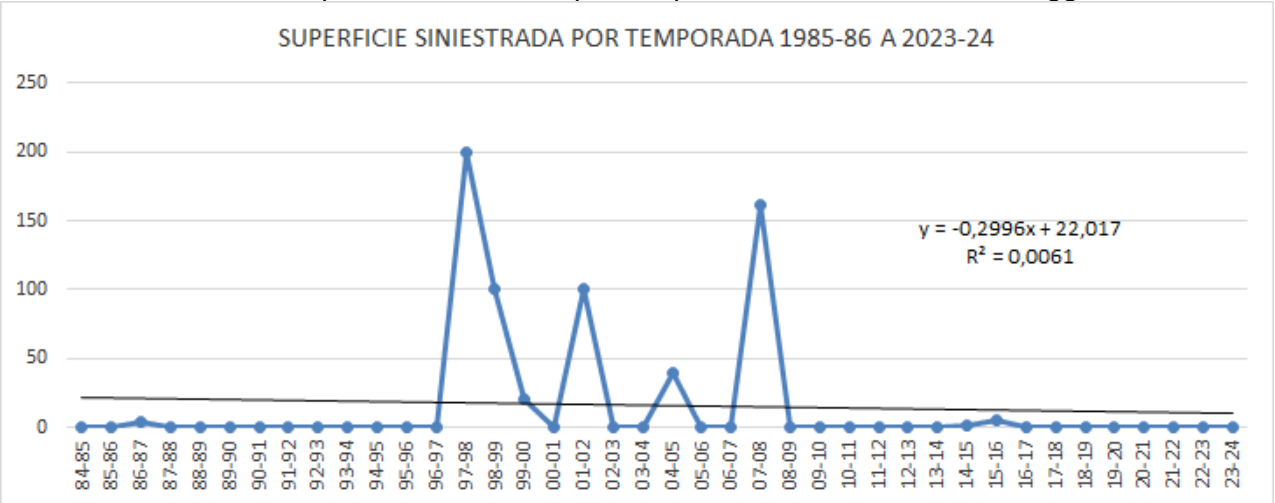
Gráfico 2 Número de incendios por temporada comuna de Villa O’Higgins



Respecto de la superficie quemada su tendencia es a la baja. La temporada 1997-98 representa un 31% de la superficie quemada a la fecha, por su parte la temporada 2007-08 representa un 26% de la superficie quemada a la fecha y finalmente la temporada 2001-02 representa un 15% de la superficie quemada a la fecha, siendo el siniestro de mayor magnitud registrado con una superficie 200 hectáreas el de la temporada 1997-98.

Como se puede apreciar en la siguiente figura existen 4 eventos mayores (sobre 100 hectáreas) que concentran un 88% de la superficie quemada a la fecha y en los restantes eventos las superficies quemadas son menores a las 100 hectáreas.

Gráfico 3 Superficie siniestrada por temporada comuna de Villa O’Higgins



I.4.3.1 Incendios de interfaz comuna de Villa O’Higgins

El año 2024 el Departamento de Desarrollo e Investigación de la Gerencia de Protección contra Incendios Forestales, elaboró la actualización del “Análisis Nacional de Amenaza y Riesgo por Incendios Forestales”, cuya primera versión fue realizada el año 2021.

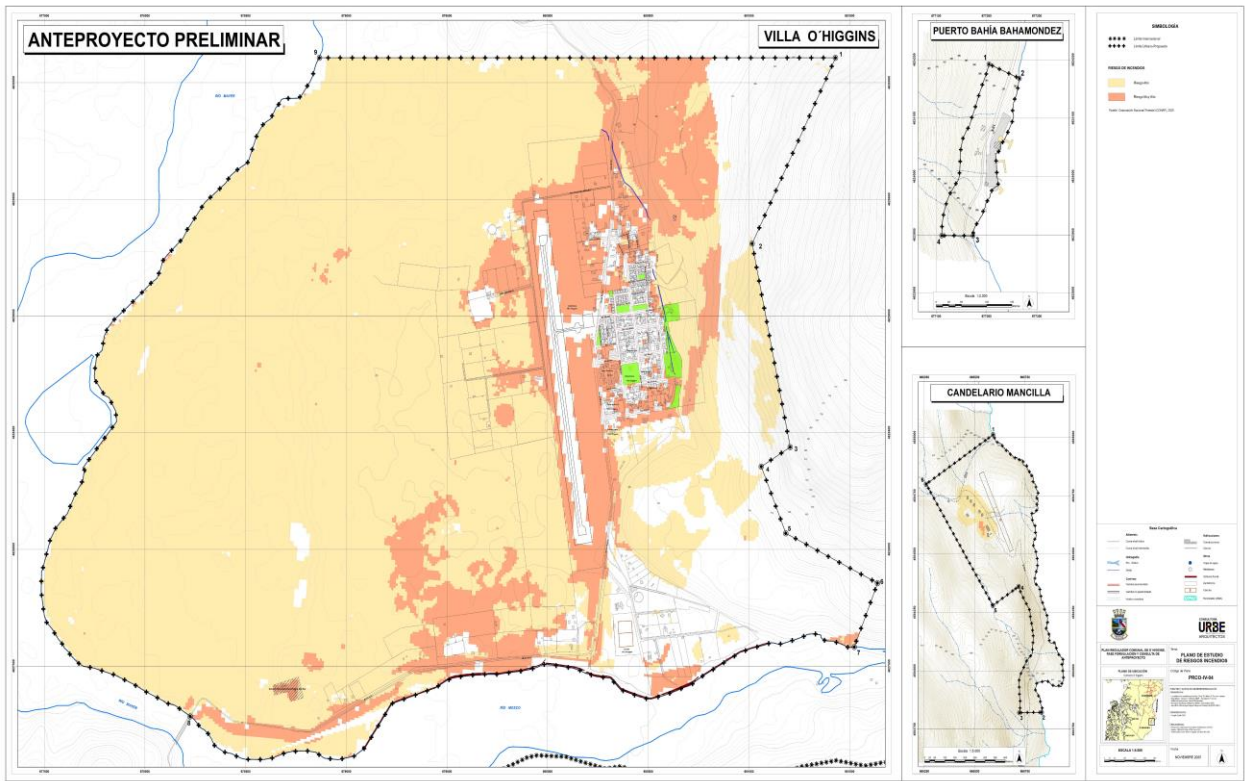
La metodología utilizada en este trabajo integra distintas variables cuantitativas y cualitativas georreferenciadas con una resolución espacial de 10 metros.

Este estudio considera la definición de Interfaz utilizada en CONAF, como “áreas adyacentes entre zonas de cobertura vegetal y zonas habitacionales y/o construcciones (https://drive.google.com/drive/folders/1UZfojk5rY_fqK5lnsnJIIEkOKZ4VPi18)

Los resultados muestran para las localidades en estudios valores a muy alto y alto principalmente en Villa O’Higgins por la existencia de vegetación (por su potencial combustible) y la cercanía con las viviendas del poblado.

De acuerdo a la estadística histórica de incendios de Conaf comunal, la ocurrencia anual es baja, al igual que el número de hectáreas siniestradas (como se menciona en el punto anterior) por lo que las medidas de gestión de este riesgo deberían ser consideradas desde la planificación en cuanto a dotar de vías de acceso a unidades de emergencia y sistema de agrupamiento preferentemente aislado en sus bordes. A nivel municipal en gestión de limpieza de sitios eriazos y espacio público.

Figura 32 Riesgo de incendios de interfaz Villa O’Higgins, CONAF 2024



Fuente: Elaboración propia en base a CONAF 2024 <https://www.conaf.cl/incendios/analisis-nacional-de-riesgo-de-incendios-forestales/>

I.5 METODOLOGÍA

En el marco del desarrollo del estudio del Plan Regulador Comunal, ha sido necesario elaborar un estudio que permita determinar los niveles de riesgos por fenómenos naturales y los generados por la intervención humana que es posible definir a escala comunal. La escala de análisis a nivel comunal corresponde a 1:5.000.

A continuación, se efectúa el análisis respecto de los componentes físicos del riesgo y su evaluación en función de los objetivos del estudio. Dentro de los procesos que han sido considerados como potenciales generadores de situaciones de riesgo sobre el espacio antrópico (vinculados con el objetivo de este estudio), se han desarrollado los siguientes:

- **Procesos de Crecidas y Desbordes de cauces (Inundaciones)**
- **Procesos de Remoción en Masa**
- **Procesos de Incendios**

A continuación, se presenta el desarrollo de cada uno de estos aspectos en detalle.

- **Metodología General del Estudio**

El método utilizado para la definición de riesgos corresponde a la superposición de cartas temáticas digitales utilizando como herramienta un sistema de información geográfico, obteniendo de esta forma una carta integradora de distintas variables que condicionan la ocurrencia de fenómenos naturales que se traducen en riesgo para la población.

Los pasos metodológicos aplicados se describen a continuación:

- **Definición de variables que determinan el riesgo**

Las variables que determinan los distintos tipos de riesgos (Remoción en Masa, Inundaciones, anegamiento y tsunami) corresponden a distintos factores que por una parte son componente importante del riesgo y que a su vez se encuentran disponibles a la escala de análisis necesaria para los objetivos del estudio.

- **Elaboración de Cartas temáticas para cada variable que determina el riesgo, determinando sub-unidades espaciales.**

Para cada una de las variables o factores que determinan los distintos tipos de riesgos se elabora una carta temática que busca identificar las condiciones específicas de cada variable que permiten desencadenar distintos niveles de riesgo. Estas condiciones específicas de cada variable son especializadas y representan subunidades al interior de cada carta temática.

- **Determinación de valores relativo para cada sub-unidad espacial**

Cada una de las subunidades descritas anteriormente, reciben un valor relativo a la potencialidad de generar riesgo. El valor numérico asociado a cada valor relativo ha sido extraído de diversas fuentes, principalmente Ferrando (1998) y Brignardello (1997).

- **Superposición de las distintas cartas temáticas**

Finalmente, las cartas temáticas asociadas a cada tipo de riesgo serán superpuestas a través del SIG, el objetivo es realizar una suma de los valores que tendrá cada sub unidad de las distintas cartas temáticas, generando nuevas subunidades en una carta final resultante. Los valores que resulten de la suma de las distintas sub unidades serán agrupados en cuartiles que definirán (desde los rangos mayores a los menores) los distintos niveles de riesgo para la región.

A continuación, se presentan los resultados y metodología específica de cada tipo de riesgo asociado a este estudio.

I.5.1 Remociones en masa

El riesgo de remoción en masa considera los deslizamientos y flujos de detritos, rocas y barro. Las áreas asociadas a este tipo de riesgo se definen en función de antecedentes históricos y recientes de ocurrencia, de valores de pendiente en relación con umbrales potenciales de desencadenamiento de procesos, del grado de erosión geológico geomorfológica detectado y en parte evidenciado por hechos tectónicos y acumulación de sedimentos, y de la variable vegetación como factor de protección del suelo. A continuación, se presenta una clasificación y caracterización de los tipos de remoción en masa:

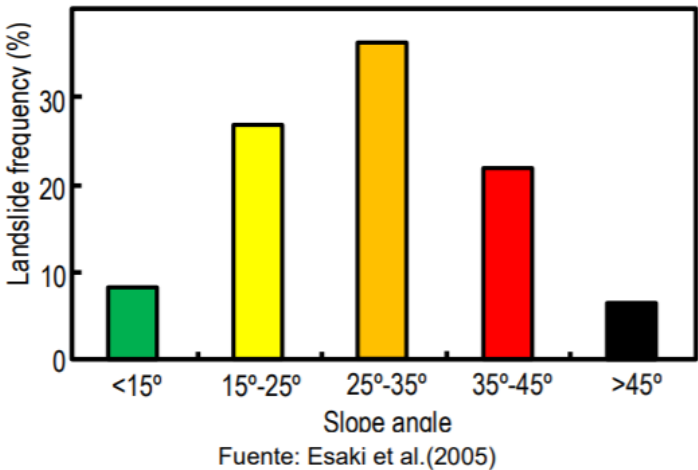
Diversos autores señalan que uno de los principales factores que determina la generación de remociones en masa es la pendiente de las laderas (Esaki, et al., 2005; Giraud & Shaw, 2007). Para diferenciar qué pendientes son las más susceptibles, se utilizó la información compilada a partir de diversas fuentes que han generado catastros de deslizamientos en distintos lugares del mundo. Esaki et al.(2005) y Giraud y Shaw (2007), así como otros catálogos de deslizamientos, indican que la mayor frecuencia de deslizamientos en el mundo se observa sobre pendientes de 25° a 35° de inclinación, relacionado principalmente al ángulo de fricción interno del material, siendo también frecuentes entre los 15° y 25° y sobre los 35° de pendiente. Luego, las pendientes del terreno pueden ser utilizadas como criterio para una clasificación general del territorio frente a potenciales deslizamientos.

Con base en lo anterior, **para el análisis de susceptibilidad de remociones en masa se consideran las pendientes entre 15° y 25° como moderadamente susceptibles, las pendientes entre 25° y 35° altamente susceptibles y las pendientes sobre los 35° como zonas de muy alta susceptibilidad.**

Finalmente, a partir de todo lo anteriormente expuesto, se determinaron las siguientes categorías de susceptibilidad de deslizamientos y caídas de roca:

- **Muy Alta:** sectores con pendientes mayores a 35° o sectores que presentan condiciones geomorfológicas de inestabilidad
- **Alta:** laderas con pendientes entre 25° y 35°
- **Moderada:** laderas con pendientes entre 15° y 25°

Figura 33 Frecuencia de deslizamientos en función de la pendiente del terreno



I.5.2 Inundaciones por desborde de cauces y anegamiento

Una inundación es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de ésta, bien por desbordamiento de ríos y cursos de agua. Las inundaciones fluviales son procesos naturales que se han producido periódicamente y que han sido la causa de la formación de las llanuras en los valles de los ríos, tierras fértiles donde tradicionalmente se ha desarrollado la agricultura en vegas y riberas.

La información relevante para la modelación del riesgo por inundaciones que ha sido analizada, especializada e integrada a través de un SIG (ArcGIS – Spatial Analyst) para la determinación de áreas de riesgo de inundación, corresponde a las siguientes variables:

- Pendiente en grados
- Elevación del terreno cada 1m
- Curvatura (plano, cóncavo y convexo)
- Geomorfología de cauce (Terrazas)

Inundación por anegamiento

Fuera del área urbana se utilizó información del inventario de humedales del Ministerio del Medio Ambiente, dichas áreas fueron analizadas a través de parámetros morfológicos (pendientes inferiores a 3°) y a la fotointerpretación de imágenes áreas de manera de delimitar el área máxima utilizada por el cuerpo de agua.

I.5.3 Zonificación de la susceptibilidad

Para definir los criterios que permitan incorporar los peligros naturales dentro de la zonificación urbana, es necesario tener claros los criterios utilizados en la definición de las diferentes categorías de susceptibilidad y la zonificación resultante. En este sentido, en la siguiente tabla se resumen los factores que condicionan y desencadenan cada peligro geológico y los elementos metodológicos con los que se asignó la distribución espacial de la susceptibilidad, los que son descritos precedentemente.

Es muy relevante comprender que la categorización de susceptibilidad se relaciona con la posibilidad de ocurrencia de un fenómeno dado en un área determinada, pero corresponde a una categorización cualitativa, de carácter relativo, y no cuantitativa.

Pese a que el concepto de susceptibilidad no contempla la cuantificación de períodos de retorno, ni probabilidades de ocurrencia, sí estipula niveles que indican de manera relativa la frecuencia con que ocurre un cierto fenómeno. En este sentido, las zonas de ‘muy alta’ susceptibilidad son aquellas que muy probablemente serán afectadas en caso de ocurrir un evento del peligro analizado, las zonas de ‘alta’ susceptibilidad serán aquellas afectadas por eventos extremos (en muchos casos son los más grandes de los que se tengan registros históricos) y las de ‘moderada’ susceptibilidad se asocian a eventos excepcionales, de los que muchas veces no existen registros históricos, pero si otro tipo de evidencias, como evidencias geológicas o morfológicas.

Por otra parte, mientras la magnitud de un evento sea más intensa, se producirán daños mayores, pero los daños serán más importantes en la medida que mayor sea la susceptibilidad del territorio. En consecuencia, se recomienda que, mientras mayor sea la susceptibilidad de un área específica, mayores sean las restricciones y/o condicionantes para su utilización.

Tabla 12 Resumen de factores que condicionan desencadenan cada peligro geológico y criterios de zonificación de la susceptibilidad

Peligro	Factores condicionantes	Factores desencadenantes	Elementos de zonificación
Inundaciones por desborde de cauce	- Características morfológicas de la red de drenaje	- Lluvias intensas	- Catastro de eventos de inundación - Unidades geológicas - Red de drenaje - Observaciones de terreno - Estudios hidráulicos existentes
Inundaciones por anegamiento	- Morfología - Malas condiciones de drenaje	- Lluvias	- Imágenes satelitales - Catastro de humedales

Peligro	Factores condicionantes	Factores desencadenantes	Elementos de zonificación
			- Estudios hidráulicos existentes
Remociones en masa (procesos de ladera)	- Pendientes - Material que compone la ladera (geología) - Exposición de laderas - Formaciones vegetales	- Sismos - Lluvias intensas - Viento	- Pendiente del terreno - Catastro de remociones en masa
Incendios	- Pendientes - Formaciones vegetales	- Altas temperaturas - Vientos	- No susceptible
Sismicidad	- Características de los depósitos	- Sismos	- No susceptible
Volcanismo (caída de ceniza)	- Distancia a los centros eruptivos - Morfología del terreno - Dirección del viento	- Erupciones	- No susceptible

Fuente: Elaboración propia.

I.6 RESULTADOS

A partir de la superposición de información y análisis de los antecedentes, se identificaron áreas de riesgo (o zonas con mayor susceptibilidad a la ocurrencia de alguna amenaza), que permitirá actualizar el Plan Regulador Comunal, cumpliendo con la Ley General de Urbanismo y Construcciones y el proceso de Evaluación Ambiental Estratégica.

I.6.1 Remoción en masa y erosión acentuada

I.6.1.1 Villa O'Higgins.

A partir de los términos de referencia del estudio, objetivos planteados, escala de la información base disponible, se entregan áreas con alta susceptibilidad a la generación de remociones en masa local. Estas áreas son el resultado del análisis y superposición de la información base del área de estudio, complementada con visitas a terreno y la generación de una línea base del medio físico.

Dentro de la información analizada, se incluyeron factores geomorfológicos (topografía, pendientes, alturas, forma de las laderas, etc.) así como informes geológicos y caracterización de las unidades presentes en términos de comportamiento. En paralelo, se realizó un levantamiento de los movimientos en masa presentes en el área urbana de la comuna y visitas a terreno orientadas a validar la información geológica y geomorfológica del área, así como identificar los procesos ocurridos con anterioridad.

Figura 34 Deslizamiento cuenca Rio Mosco



Fuente: Elaboración propia.

En la figura, se observa al centro de la fotografía un deslizamiento de gran magnitud, que se encuentra activo en la sección superior. A la izquierda de la figura un deslizamiento activo de menor magnitud de cueros de agua afluentes del Río Mosco.

Figura 35 Caída de rocas cerro Santiago Villa O ´ Higgins



Fuente: Elaboración propia.

Figura 36 Remociones en masa cerro Santiago Villa O ´ Higgins



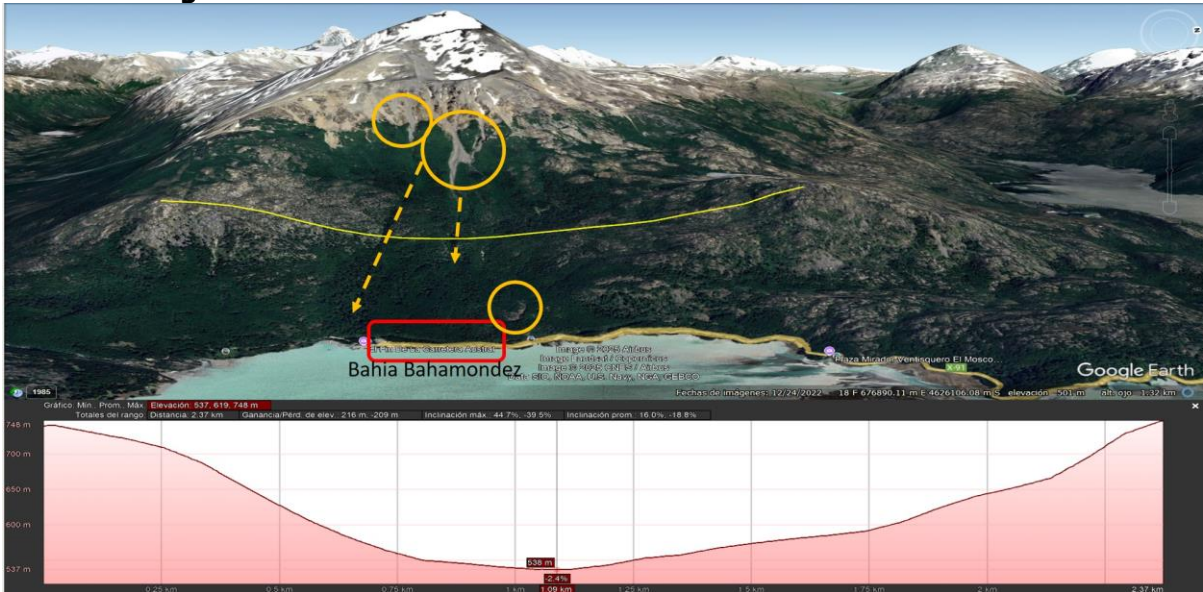
Fuente: Elaboración propia.

A partir del análisis, se pudo determinar que los factores condicionantes claves en la generación de remociones (considerando caídas de rocas, deslizamientos superficiales de suelo y flujos), son las pendientes de las laderas. Para el análisis, se consideran rangos basados en estudios anteriores y validaciones realizadas en terreno (expuestos anteriormente).

I.6.1.2 Bahía Bahamondez.

El sector de Bahía Bahamondez presenta se en su vertiente poniente sectores de altas pendientes (Mayor a 25°) susceptibles de generar remociones en masas de tipo deslizamientos y caída de rocas en los sectores altos, en el límite vegetacional, como se puede apreciar en la siguiente figura. Por la geomorfología de la ladera y la dirección de la trayectoria de los deslizamientos es posible que puedan llegar al sector de la bahía.

Figura 37 Remociones en masa Sector alto de Bahía Bahamondez

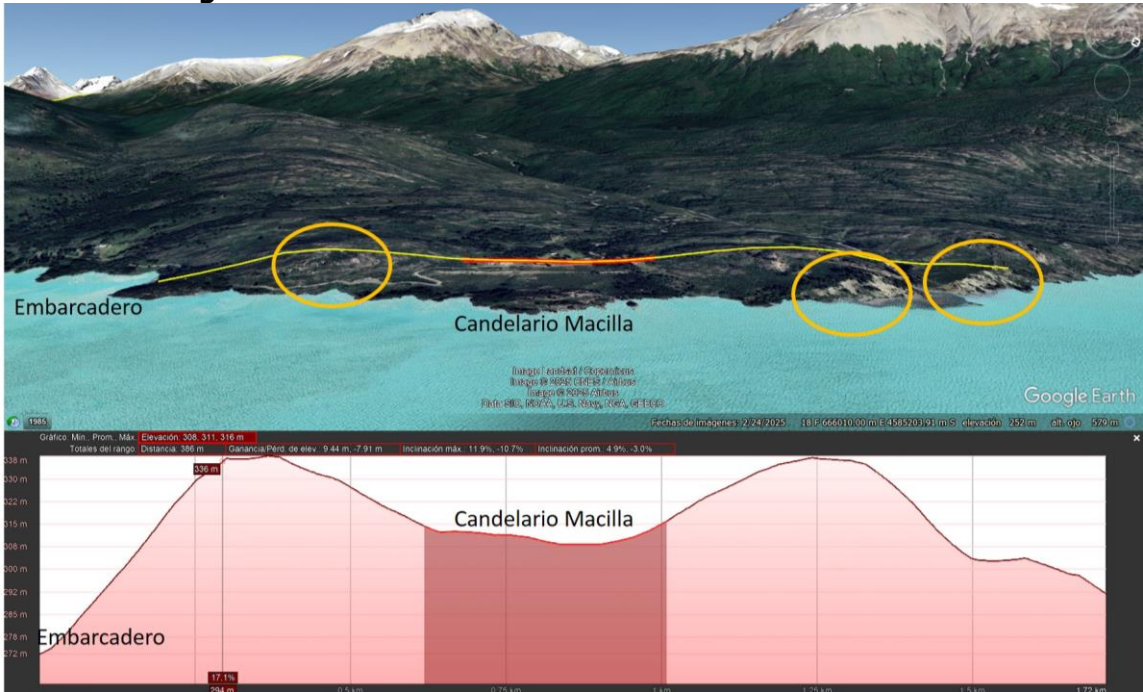


Fuente: Intervención sobre base Google Earth.

I.6.1.3 Candelario Mancilla.

El sector de Candelario Mancilla corresponde principalmente a un sector aterrizado y de laderas con pendientes locales (sin largos desarrollos como en Bahía Bahamondez), si bien existen sectores de altas pendientes estas se asocian a su contacto con Lago O'Higgins y en el sector sur camino al embarcadero.

Figura 38 Remociones en masa Sector Candelario Mancilla



Fuente: Intervención sobre base Google Earth.

I.6.2 Áreas de riesgo de inundación

Áreas de riesgo de inundación para este estudio se dividen en 2: áreas de riesgo de inundación por desborde de cauces y anegamiento

I.6.2.1 Villa O’Higgins.

Áreas de riesgo de inundación por desborde de cauce y anegamiento.

Consideraron geomorfología de los cauces, cauce principal y terrazas inundables (en épocas de crecidas). Y la determinación de las depresiones del terreno factibles de anegamiento y/o sectores de humedales.

Las áreas de desborde de cauces en Villa O’ Higgins, Corresponde a las terrazas adyacentes al cauce actual, que se activan por el aumento de caudal de los ríos Mayer y Mosco.

Figura 39 Terraza de inundación río Mayer



Fuente: Elaboración propia.

Corresponde a un sector ocupado en épocas de crecida del río Mayer y que permanece gran parte del tiempo afecto de inundación por infiltración desde el río.

Figura 40 Terraza de inundación Río Mosco entre Ruta 7 y enrocado Río Mosco



Fuente: Elaboración propia.

A pesar de la existencia de enrocados dicho sector se encuentra con anegamiento por infiltración del Río Mosco y anteriormente correspondía al área de crecida del río.

Figura 41 Enrocado río Mosco



Fuente: Elaboración propia.

Figura 42 Inicio obras de contención río Mosco



Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior se observa la construcción de gaviones hasta el pie del Cerro Santiago, lugar por donde comenzaban las inundaciones que afectaban el sector sur de la localidad, antes de las crecidas de la última década existían bosque en dicho sector como se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura 43 Inicio obras de contención río Mosco



Fuente: Elaboración propia.

Figura 44 Áreas de riesgo Villa O ´ Higgins

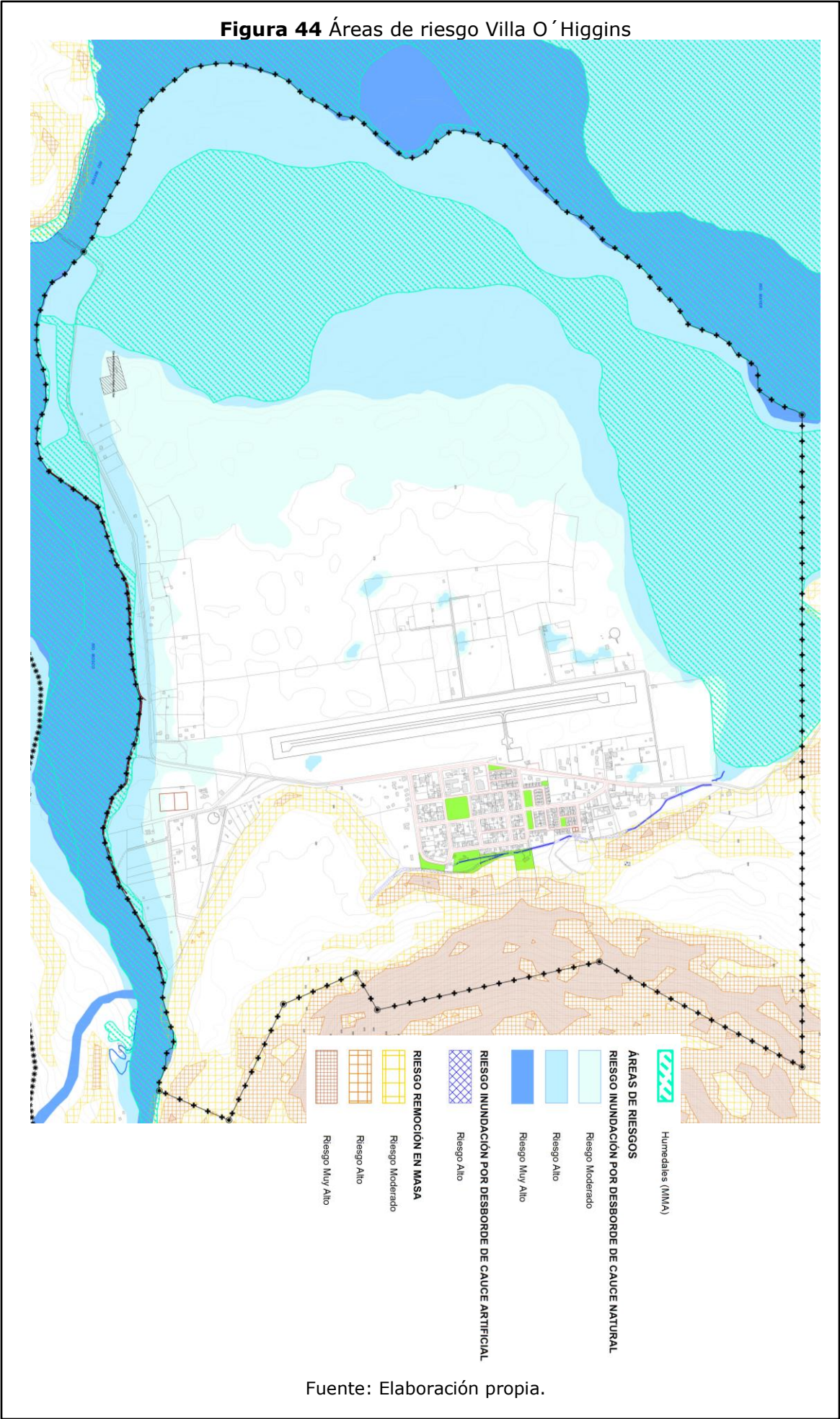
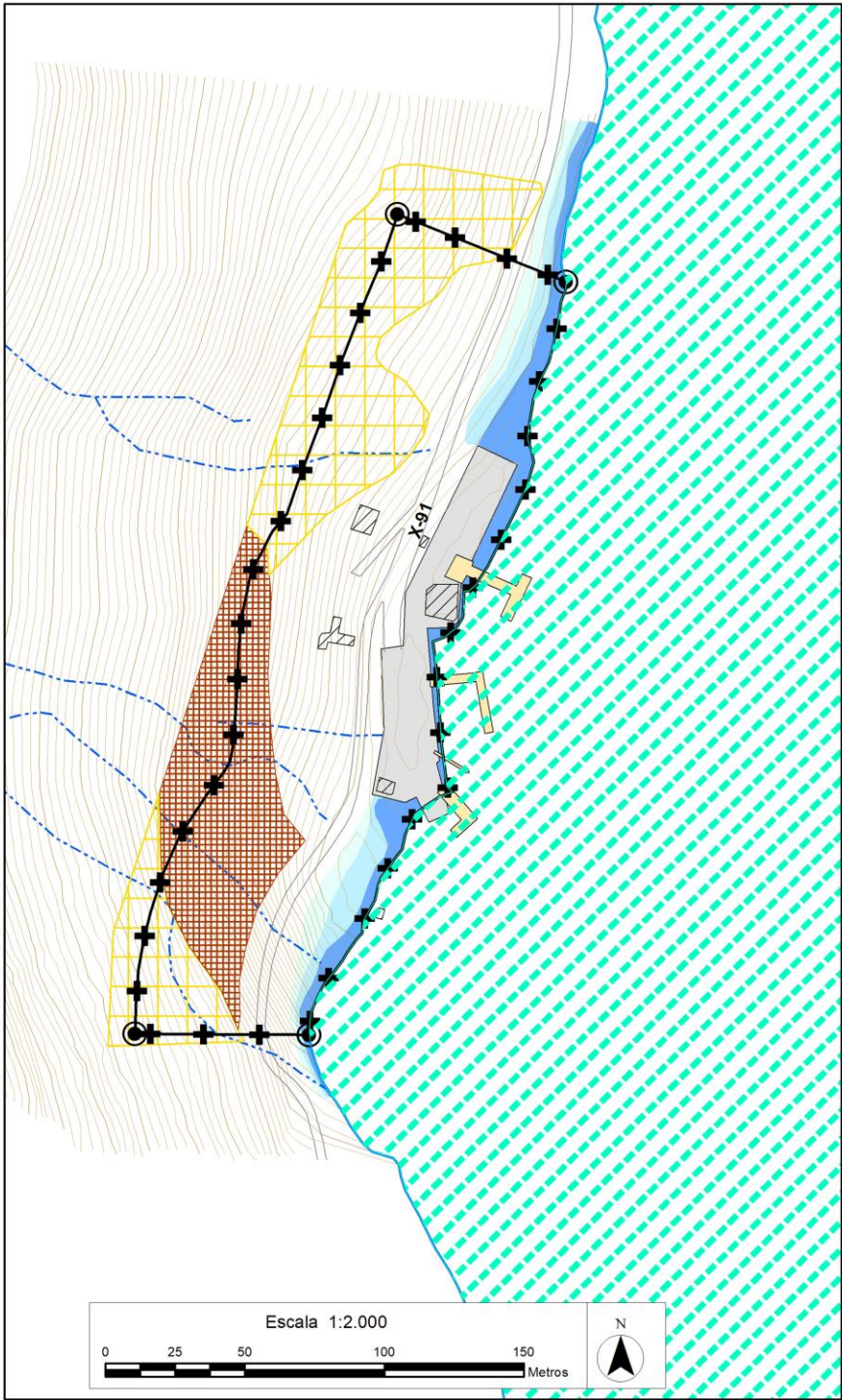


Figura 45 Áreas de riesgo en Bahía Bahamondez

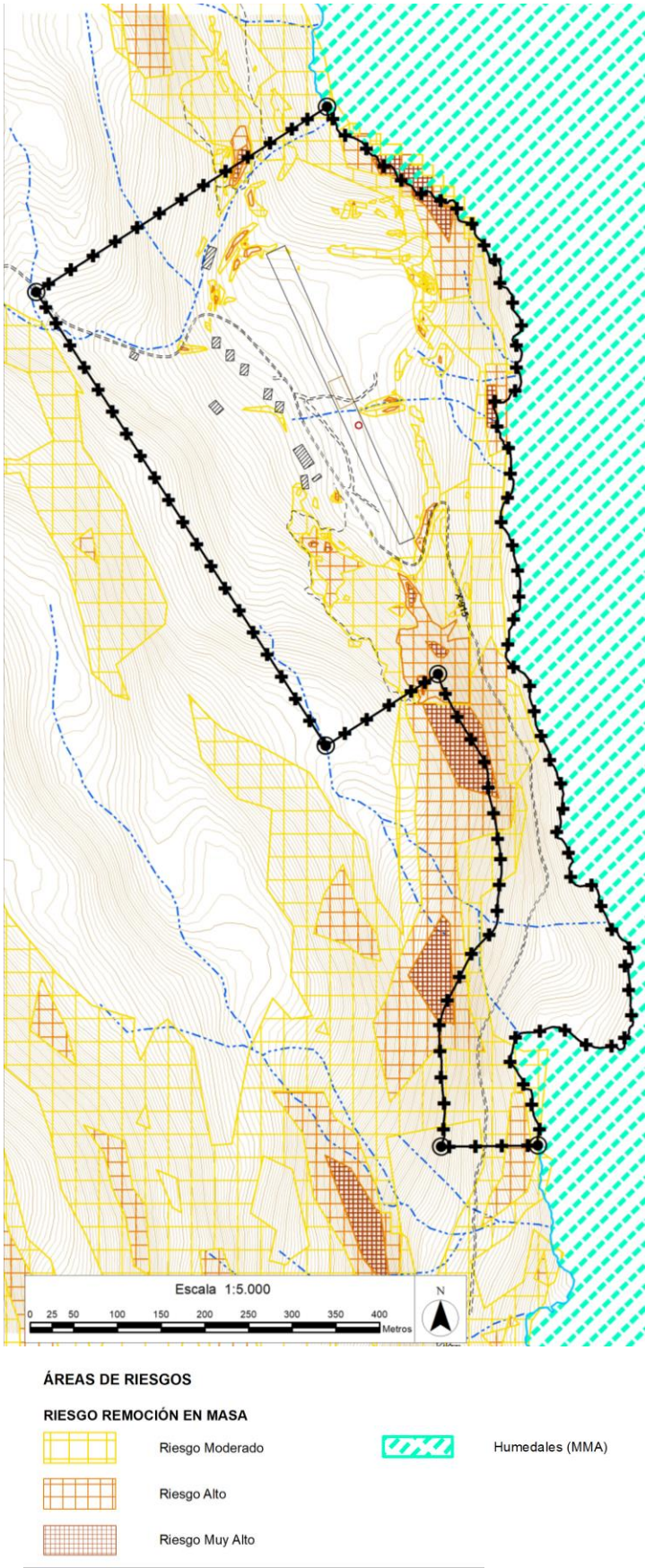


ÁREAS DE RIESGOS	
RIESGO INUNDACIÓN POR DESBORDE DE CAUCE NATURAL	
	Riesgo Moderado
	Riesgo Alto
	Riesgo Muy Alto
RIESGO REMOCIÓN EN MASA	
	Riesgo Moderado
	Riesgo Alto
	Riesgo Muy Alto

 Humedales (MMA)

Fuente: Elaboración propia.

Figura 46 Áreas de riesgo en Candelario Mancilla



Fuente: Elaboración propia.

I.6.3 Zonas no edificables

Las zonas no edificables se encuentran normadas por el ordenamiento jurídico vigente, y en ellas sólo se podrán autorizar actividades transitorias siempre que éstas se ajusten a la normativa que las rige. En el territorio del Plan Regulador Comunal de O'Higgins no se identifican zonas no edificables, dado que aunque se cuenta con una propuesta de decreto para el establecimiento de radios de protección para el aeródromo de Villa O'Higgins, este no cuenta con carácter de oficial, por lo que no es posible su incorporación como tal.

I.7 ÁREAS DE PROTECCIÓN DE RECURSOS DE VALOR NATURAL

I.7.1 Áreas de protección de recursos de valor natural

El Ministerio de Bienes Nacionales -conforme a la legislación vigente- es el encargado de mantener y actualizar la información cartográfica, jurídica y estadística de los bienes fiscales, entre los cuales se encuentra el patrimonio natural protegido por el Estado. De acuerdo a lo consultado en dicho ministerio no existen áreas de valor natural en Villa O'Higgins, siendo la más cercana el Bien Nacional Protegido Río Mosco, aproximadamente 500 metros al oriente del área urbana consolidada.

En la región de Aysén, las áreas silvestres protegidas, según el SNASPE ocupan una superficie cercana al 50% del total regional, entre parques nacionales, reservas nacionales y monumentos naturales. Dentro de la comuna de O'Higgins se encuentra el Parque Nacional Bernardo O'Higgins, junto a los Bienes Nacionales Protegidos (BNP) Río Mosco, Río Azul y Santa Lucía, los cuales se describen a continuación.

I.7.1.1 Parque Nacional Bernardo O'Higgins (Decreto 264, Min. de Agricultura, 1969)

Situado al poniente del lago O'Higgins, según Conaf el lugar posee grandes superficies de hielo, entre las que destacan el Campo de Hielo Sur, el campo de hielo Dr. Juan Bruggen y el Campo de Hielo Patagónico, los cuales en conjunto tienen una extensión de 1 000 500 hectáreas. Su área primitiva es de extraordinaria belleza y gran interés científico, pues contiene recursos antropológicos, como restos de comunidades kawésqar, hermosos paisajes constituidos por montañas, campos de hielo, fiordos y glaciares, además de importantes especies de fauna y flora silvestre.

La fauna del parque incluye especies emblemáticas como el huemul (*Hippocamelus bisulcus*), en peligro de extinción, y colonias de lobos marinos de uno y dos pelos (*Otaria flavescens* y *Arctocephalus australis*). Entre las aves destacan el cormorán imperial (*Phalacrocorax atriceps*), el majestuoso cóndor andino (*Vultur gryphus*), el águila (*Geranoaetus melanoleucus*) y la gaviota cahuil (*Chroicocephalus maculipennis*). Su flora está dominada por bosques siempreverdes, donde sobresalen el coigüe de Magallanes (*Nothofagus betuloides*), el ciprés de las Güaitecas (*Pilgerodendron uviferum*) y el canelo (*Drimys winteri*), especies que aportan al carácter único de los ecosistemas australes.

Tabla 13 Historia Legal Parque Nacional Bernardo O’Higgins

Norma	Fecha de promulgación de la norma	Fecha de publicación en el Diario Oficial	Norma en BCN	Institución que firma la norma
Creación	22-07-1969	09-08-1969	<u>Decreto 264</u>	Ministerio de Agricultura
Modificación	24-04-1985	26-06-1985	<u>Decreto 135</u>	Ministerio de Bienes Nacionales
Modificación	14-06-1989	11-10-1989	<u>Decreto 392</u>	Ministerio de Bienes Nacionales; Subsecretaría de Bienes Nacionales
Modificación	21-08-2023	23-12-2023	<u>Artículo cuarto transitorio.- Ley 21600 Crea el servicio de biodiversidad y áreas protegidas y el sistema nacional de áreas protegidas</u>	Ministerio del Medio Ambiente

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente.
<https://simbio.mma.gob.cl/CbaAP/Details/950#normativas>

I.7.1.2 Bienes Nacionales Públicos, Ministerio de Bienes de bienes Nacionales

Respecto de los BNP, el Ministerio de Bienes Nacionales los describe de la siguiente manera:

Bien Nacional Protegido Cuenca del Río Mosco (Decreto 285 Exento, MBN, 2006).

El objetivo principal de la creación de un BNP en la cuenca del río Mosco es que esta es hábitat del huemul, por lo que es importante la conservación y protección de esta zona. La cuenca se caracteriza por tener un paisaje de montaña, evidenciando un modelado glaciar, debido a la presencia del Glaciar Mosco. Esta área, además, se encuentra dentro de un polo de desarrollo turístico potencial, que abarca no sólo la provincia de Capitán Prat en Chile, sino también las localidades de Chaltén y Calafate en Argentina. Siendo este el más cercano al área urbana de Villa O’Higgins, a una distancia aproximada de 500 metros del límite urbano vigente.

El principal objeto de conservación del área es el hábitat del Huemul, además de contar el sitio con condiciones de pristinidad y belleza escénica (ventisqueros, bosques y cuencas, entre otros) adecuadas para ser considerado como un destino turístico sustentable de alto interés en el mediano plazo. En la actualidad existe en la cuenca del río Mosco la Ruta Patrimonial Glaciar Río Mosco, creada por el Ministerio de Bienes Nacionales el año 2002, que consiste en un sendero interpretativo que va desde Villa O’Higgins hasta el Glaciar Mosco.

Tabla 14 Historia Legal Bien Nacional Protegido Cuenca del Río Mosco

Norma	Fecha de promulgación de la norma	Fecha de publicación en el Diario Oficial	Norma en BCN	Institución que firma la norma
Creación	18-08-2006	19-10-2006	<u>Decreto exento 285</u>	Ministerio de Bienes Nacionales

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente
<https://simbio.mma.gob.cl/CbaOD/Details/1108#normativas>

Además el área se inserta en un polo de desarrollo turístico potencial, que abarca no sólo la provincia de Capitán Prat en Chile, sino también las localidades de Chaltén y Calafate en Argentina. Objeto de Conservación: Conservación y protección del hábitat del Huemul, según consta en el Decreto Exento Nº 285 del Ministerio de Bienes Nacionales, con fecha 16 de agosto de 2006, el cual consagra el área a la conservación ambiental y la protección del patrimonio y/o planificación, gestión y manejo sustentable de sus recursos.

Figura 47 Plano del Bien Nacional Cuenca del Río Mosco:



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente <https://simbio.mma.gob.cl/CbaOD/Details/1108#limites>

Bien Nacional Protegido Río Azul (Decreto 1055 Exento, MBN, 2010).

Situado al norte de Villa O’Higgins, cumple un rol importante en la protección del hábitat del Huemul y corredor binacional de tránsito de huemules desde y hacia Argentina. En la actualidad, el sector no tiene desarrollada la actividad turística, pero posee gran cantidad de atractivos que podrían convertirlo atraer a distintos visitantes a la zona como, por ejemplo, su belleza escénica y la poca intervención humana.

El predio se ubica en el denominado cordón patagónico oriental, el cual corresponde a un área montañosa que no supera los 2.000 m.s.n.m y que disminuye progresivamente en altitud hasta formar las extensas mesetas patagónicas en territorio argentino.

Tabla 15 Historia Legal Bien Nacional Publico Río Azul

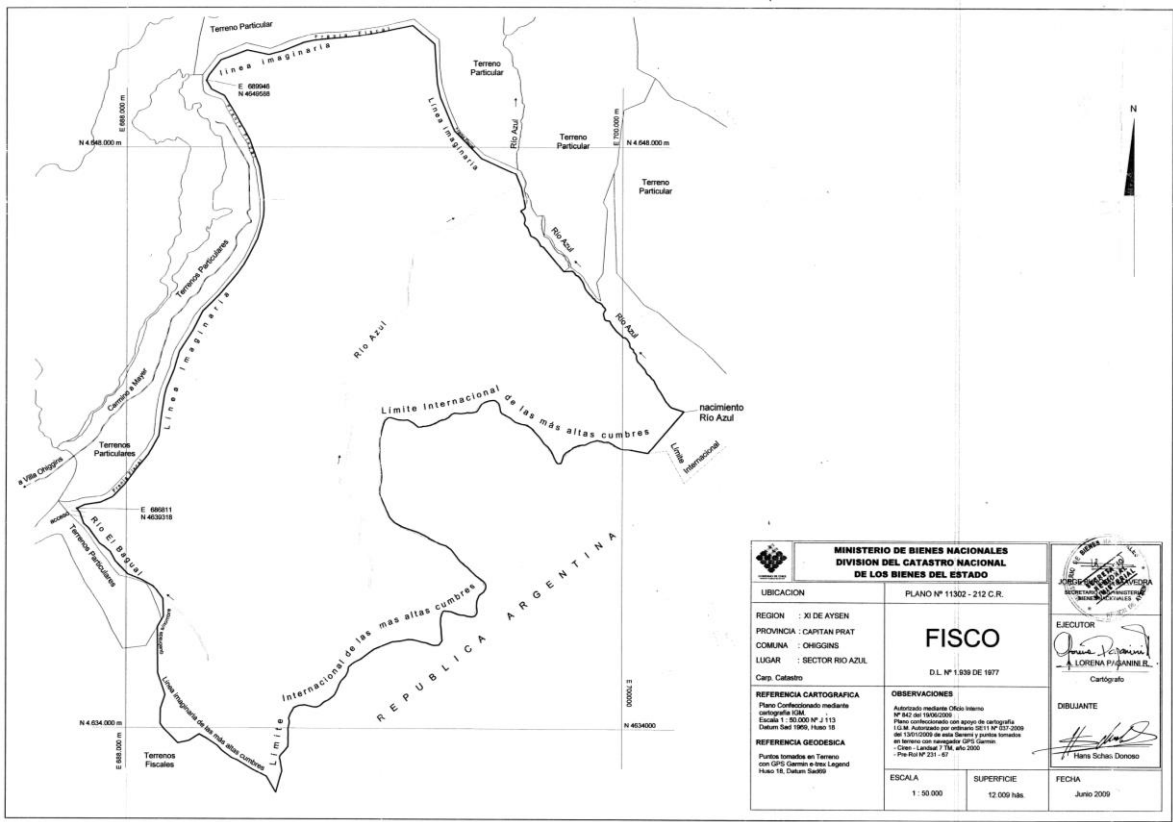
Norma	Fecha de promulgación de la norma	Fecha de publicación en el Diario Oficial	Norma en BCN	Institución que firma la norma
Creación	30-12-2009	16-02-2010	<u>Decreto exento 1055</u>	Ministerio de Bienes Nacionales

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente
<https://simbio.mma.gob.cl/CbaOD/Details/1114#normativas>

“se destinó al Ministerio de Bienes Nacionales, para la conservación del patrimonio de la biodiversidad contenido en el inmueble denominado Río Azul, específicamente para la conservación y protección del hábitat del Huemul; el predio fiscal ubicado en la comuna de O’Higgins, provincia de Capitán Prat, Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y que corresponde a uno de los inmuebles consignados en el Marco de la Política Nacional de Áreas Protegidas, Plan de Acción de Corto Plazo; singularizado en los Planos Nº 11302-212-C.R.; con una superficie total de 12,009 Hás. (Doce mil nueve hectáreas)”.(Decreto 1055 Exento, MBN, 2010

A continuación, se presenta plano referido Río Azul

Figura 48 Plano del Bien Nacional Protegido Rio azul:



Fuente: Ministerio de Bienes Nacionales <https://patrimonio.bienes.cl/wp-content/uploads/2020/05/Plano-11302-212-CR-R%C3%ADo-Azul.pdf>

Bien Nacional Protegido Santa Lucía (Decreto 389 Exento, MBN, 2007).

Situado al oeste del brazo poniente del Lago O'Higgins, busca la conservación y protección del bosque caducifolio templado andino de *Nothofagus pumilio* y *Berberis ilicifolia*; del matorral caducifolio templado andino de *Nothofagus antarctica* y *Empetrum rubrum* y de los glaciares Santa Lucía y Bravo.

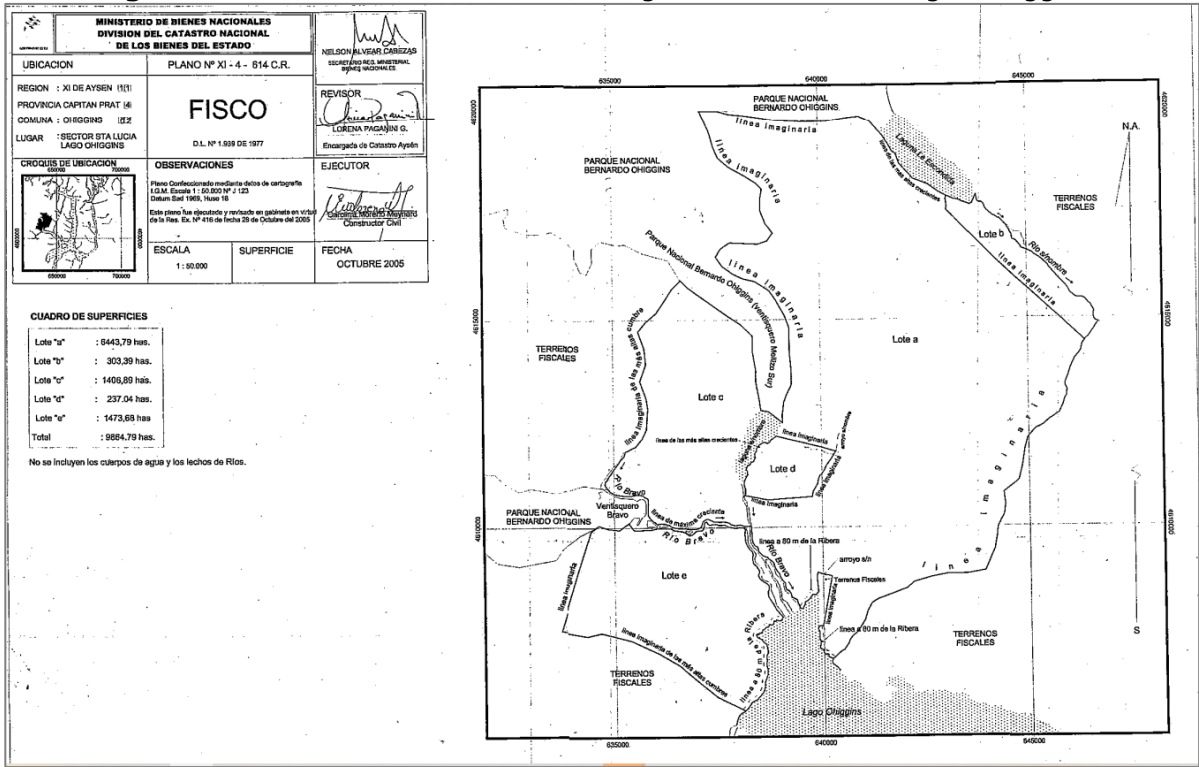
Busca la conservación y protección del bosque caducifolio templado andino de *Nothofagus pumilio* y *Berberis ilicifolia*; del matorral caducifolio templado andino de *Nothofagus antarctica* y *Empetrum rubrum* y de los glaciares Santa Lucía y Bravo.

Santa Lucía se encuentra situada en el territorio de la vertiente occidental de la cordillera de los Andes regional, cuyo relieve fue sometida durante el pleistoceno, a una intensa modelación glaciar. Otros rasgos característicos que pueden visualizarse relacionados con remanentes de la acción glaciar del pleistoceno, son entre otros la alargada y relativamente angosta depresión que cobija el lago Yelcho.

El relieve de la zona fue asimismo modelada en el pleistoceno o terciario superior y el pleistoceno o cuaternario inferior por una fuerte actividad volcánica. Se registra la última erupción del volcán Corcovado ocurrida el año 1834, sin embargo, el último periodo de actividad observado fue en 1934, culminando con un flujo de lava en noviembre de 1935.

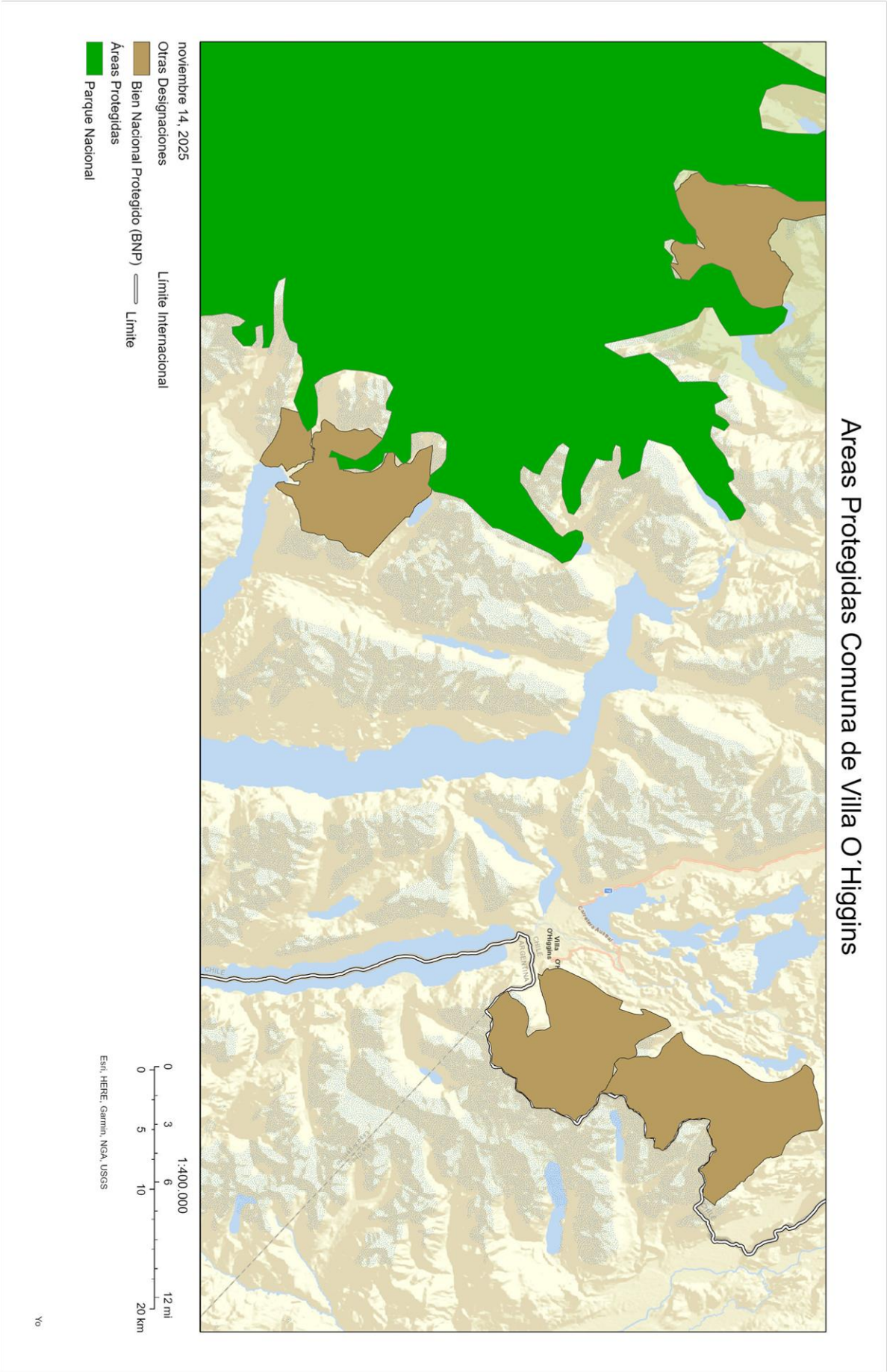
Otro aspecto importante es la historia del lugar, donde los colonos de la ribera del lago O'Higgins, mantienen hasta el día de hoy actividades ganaderas y su estilo de vida, caracterizada por su gran aislamiento.

Figura 49 Plano del Bien Nacional Protegido Santa Lucía - Lago O'Higgins:



Fuente: Ministerio de Bienes Nacionales https://patrimonio.bienes.cl/wp-content/uploads/2020/05/167142_XI-4-614_C.R.Santa-Luc%C3%ADa.pdf

Figura 50 Plano del Bien Nacional Protegido Santa Lucía - Lago O'Higgins:



Fuente: Ministerio de medio Ambiente
https://arcgis.mma.gob.cl/server/rest/directories/arcgisoutput/Utilities/PrintingTools_GPServer/_ags_aa673544-c145-11f0-b08a-005056977bf8.jpg

I.8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ANÁLISIS DE RIESGOS Y PROTECCIÓN AMBIENTAL

I.8.1 Inundaciones por desborde de cauces y anegamiento

Las áreas inundables por el río Mosco son las más próximas a la localidad (sector sur del límite urbano), sus crecidas en los últimos años han sido de gran magnitud por efecto combinado de intensas precipitaciones y remociones en masa de gran magnitud ocurridos al interior de la cuenca del río Mosco, generando modificaciones de cauce (eje hidráulico) por un aumento significativo de sedimentos, adicionalmente se ha detectado una importante disminución de la cobertura del glacial y aumento de tamaño de la laguna glacial aumentado el aporte de caudal al río principalmente en los meses de verano, este conjunto de situaciones generan aumento de caudal y aumento de sedimentos. Se recomienda observar el estado de las obras de mitigación (enrocados) baja densidad de población en dichos sectores, preferentemente con usos recreativos (espacios públicos o deportivos).

Respecto de las áreas de inundación del Río Mayer, si bien presenta una gran extensión no se encuentran cercanas a la población y están permanentemente anegadas (conectadas con humedales), en dichos sectores se sugieren usos de suelo de áreas verdes o parques comunales.

Existe un canal en el pie de monte del Cerro Santiago que evacua los aportes de pequeñas quebradas, dicho canal requiere de mantenimiento permanente para evitar su obstrucción y posterior inundación de los sectores aledaños en episodios de intensas precipitaciones.

Por otra parte, en Bahía Bahamondez en las zonas de borde lacustre se definen áreas de riesgo de inundación asociadas al Lago O´Higgins. En estas zonas frente a eventos de crecidas, lluvias intensas o deshielos pueden presentarse condiciones de alta exposición a eventos extremos.

I.8.2 Remociones en masa

Respecto de las remociones en masa en el Cerro Santiago, al costado oriente de la localidad, se observaron caída de rocas y sectores de flujos de detritos. Caso similar ocurre en las laderas de altas pendientes de Bahía Bahamondez y Candelario Mancilla. Si bien en los sectores bajos existe vegetación arbustiva que permite en parte controlar la caída de rocas, el sector alto de los cerros se encuentra altamente expuesto al fracturamiento y a la generación de caída de rocas, adicionalmente la ladera del Cerro Santiago presenta pequeños cauces que bajan los excesos de humedad. Para dichos sectores con presencia de niveles muy altos de riesgo se sugiere usos de suelo de área verde o parque y evitar la instalación de viviendas permanentes.

II REFERENCIAS

Bataille, K. (2006). Redes locales de vigilancia sísmica de tramos de los ríos Baker y Pascua, Región de Aisén. Catálogo Bataille 06. Universidad de Concepción. En: Estudio de Línea Base Acápite 4.9 del EIA

Beck, S.; Barrientos, S.; Kausel, E.; Reyes, M. (1998). "Source characteristics of historic earthquakes along the central Chile subduction zone", *Journal of South American Earth Sciences*, 11, 2, pp. 115-129.

Belmonte, J. (1997). Análisis del Contacto Sismogénico Interplaca a lo Largo de Chile. Santiago: Tesis de Magíster, Depto. de Geofísica. Universidad de Chile, 148 pp.

Borgel Olivares, Reynaldo, (1983). Geomorfología Reinaldo Börgel Olivares. Mapoteca. Disponible en Biblioteca Nacional Digital de Chile <http://www.bibliotecanacionaldigital.gob.cl/bnd/631/w3-article-350768.html>.

CONAF,.(2020). Incendios Forestales Estadística - Ocurrencia y Daño por Comuna 1985 a 2020

DGA. (2021). Información Oficial Hidrometeorológica y de Calidad de Aguas en Línea

Falcón, M.; Ramírez, P. (2012). Generación de Mapas de Licuefacción a partir del sismo de febrero de 2010. Servicio nacional de Geología y Minería.

Ferrando A., F. J. (2006). Sobre inundaciones y anegamientos. *Revista De Urbanismo*, (15), Pág. 25-42. <https://doi.org/10.5354/ru.v0i15.5129>.

Gajardo, R. (1994). La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.

Hauser, A. (2000). Remociones en masa en Chile. Santiago de Chile: SERNAGEOMIN, Boletín N° 59.

Hungr, O.; Evans, S.; Bovis, M.; Hutchinson, J. (2014). The Varnes classification of landslide types, an update. *Landslides* 11:167-194.

Keller, E.; Blodget, R. (2004). Riesgos naturales. Procesos de la Tierra como riesgos, desastres y catástrofes. Editorial Pearson, S.A., Madrid 2004. 448 pp.

Lara, L.; Orozco, G.; Amigo, A.; Silva, C. (2011). Peligros Volcánicos de Chile. Carta Geológica de Chile N°13 escala 1:2.000.000. Serie Geología Ambiental. Servicio Nacional de Geología y Minería. IUSNN 0717-7305.

Madariaga, R. (1998). Física de la Tierra TS5N: 0214-4557. 1998, n.10, p. 221-255 Sismicidad de Chile.

Ministerio de Energía. (2016). Estudio de cuencas. Análisis de las condicionantes para el desarrollo hidroeléctrico en las cuencas del Maule, Biobío, Toltén, Valdivia, Bueno, Puelo, Yelcho, Palena, Cisnes, Aysén, Baker y Pascua. Gobierno de Chile, Santiago, 104 pp.

MMA, (2016). Elaboración de una base digital del clima comunal de Chile: línea base (1980-2010) y proyección al año 2050 INFORME FINAL. 84 pp.

Niemeyer, H. (1980). Dirección General de Aguas. 1980. Hoyas hidrográficas de Chile. DGA. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/2348>

Rojas, Octavio; Mardones, María; Arumí, José Luis, & Aguayo, Mauricio. (2014). Una revisión de inundaciones fluviales en Chile, período 1574-2012: causas, recurrencia y efectos geográficos. *Revista de geografía Norte Grande*, (57), 177-192

PNUD. (2015). Conservando el patrimonio natural de Chile. El aporte de las áreas protegidas.

Santibáñez, F. (2010). Elaboración de una base digital del clima comunal de Chile: línea base (1980-2010) y proyección al año 2050, Proyecto "Tercera Comunicación Nacional sobre cambio climático", Fondo Mundial del Medio Ambiente (GEF).

SERNAGEOMIN. Principales desastres ocurridos desde 1980 en Chile.

SERNAGEOMIN. Mapa geológico de Chile escala 1:1.000.000.

SERNAGEOMIN. (2023). Evaluación de remociones en masa en parque glaciario Mosco, cerros Submarino y Santiago, comuna de O'Higgins, región de Aysén del general Carlos Ibáñez del Campo.

SERNAGEOMIN. (2018). Informe técnico Remoción en masa Río Mosco e inundación en Villa O'Higgins.

Silva, F. (2011). Caracterización y propiedades de los suelos de la Patagonia occidental (Aysén). Capítulo 3. Ecorregiones de Aysén. Departamento de Recursos Naturales Servicio Agrícola y Ganadero SAG, Coyhaique, Región de Aysén.

Silva, F. K., Christian y Stolpe B., Neal. (2014). Caracterización y propiedades de los suelos de la Patagonia Occidental (Aysén). Coyhaique, Chile: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. N° 298.

Otras fuentes

-www.csn.uchile.cl/ Centro Sismológico nacional. Sismos y sismicidad en Chile.

-<http://basedigitaldelclima.mma.gob.cl/study/one/communes/341>