



**ESTABLECIMIENTO DE UN ORDENAMIENTO TERRITORIAL
ORIENTADO A LA PROTECCION Y USO SUSTENTABLE
DEL AREA DEL CORDON DE CANTILLANA**

INFORME FINAL



**CENTRO EULA -CHILE,
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
2004**



INDICE **(Línea de Base)**

I. LINEA DE BASE

1. Introducción	1
2. Objetivos	1
3. Metodología	2
3.1 Fuentes de información	2
3.2 Validación en terreno	4
3.3 Elaboración cartográfica	9
4 Resultados	10
4.1. Contexto Administrativo	10
4.2. Límites del área de estudio	10
4.3. Medio Físico	13
4.3.1. Clima	13
4.3.2. Geología y geomorfología	14
4.3.3. Morfometría	19
4.3.4. Hidrología y calidad de agua	21
4.3.5. Series de suelo y capacidad de uso	29
4.4 Medio biótico	55
4.4.1 Flora y vegetación	55
4.4.2 Fauna	67
4.4.3 Paisaje	70
4.5 Estructura territorial	73
4.5.1 Población	73
4.5.2 Usos del suelo y actividades económicas	78
4.5.3 Uso del suelo planificado	89
4.5.4 Infraestructura	96
4.5.5 Equipamiento	100
4.5.6 Riesgos naturales y antrópicos	100
4.5.7 Patrimonio histórico y cultural	103
4.6 Estructura de la propiedad	105

ANEXO 1: Listado de especies vegetales

ANEXO 2: Listado de especies de fauna asociada a las formaciones vegetacionales

ANEXO 3: Cartografía temática. Línea de Base

INDICE **(Propuesta de Zonificación)**

II. PROPUESTA DE ZONIFICACION

1	Introducción	1
2	Objetivos	1
3	Metodología de zonificación	2
4	Descripción de las zonas propuestas	13
4.1	Zona de preservación	13
4.2	Zona de conservación	15
4.3	Zona de amortiguamiento	17
4.4	Zona de manejo directo de recursos	21
4.5	Zona histórico cultural	24
4.6	Zonas de protección de cauces y cuerpos de agua	26

ANEXO 1: Cartografía temática. Propuesta de zonificación

INDICE GENERAL
(Plan General Indicativo de manejo)

III. PLAN GENERAL INDICATIVO DE MANEJO

1	Introducción	1
2	Programas de manejo	1
2.1	Programa de conservación, protección y restauración	1
2.2	Programa de investigación	3
2.3	Programa de recreación y ecoturismo	4
2.4	Programa de educación ambiental	5
2.5	Programa de manejo sustentable de recursos naturales	6
2.5.1	Minería	7
2.5.2	Agricultura intensiva: agroindustria y agricultura empresarial	8
2.5.3	Agricultura extensiva: agricultura tradicional o de subsistencia	9
2.5.4	Ganadería	9
2.5.5	Inmobiliaria	10
2.5.6	Explotación forestal	10

INDICE GENERAL
(Análisis Jurídico)

IV. ANALISIS JURIDICO	Pág.
1. Introducción	1
2. La conservación del patrimonio ambiental como función social de la propiedad	2
3. Las Áreas de protección Oficial en Chile	4
4. Las Áreas Silvestres Protegidas Privadas. Elementos conceptuales	6
5. Los incentivos legales a la afectación de Áreas Silvestres Protegidas Privadas	8
6. Categorías de manejo en relación a las propiedades privadas, destinadas a la conservación	10
7. Procedimiento para declarar Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada (APP)	12
8. Administración de las áreas silvestres protegidas privadas	16
9. Conclusiones	18

I. LINEA DE BASE

1) INTRODUCCION

En este informe se entregan los resultados de la caracterización biofísica y socioeconómica del área de estudio del proyecto “Establecimiento de un ordenamiento territorial orientado a la protección y uso sustentable del área del Cordón de Cantillana”. El área abarca una superficie de 185.848 hectáreas y forma parte de las comunas de San Pedro, Alhué, Melipilla y Paine, en las provincias de Melipilla y Maipo de la región Metropolitana de Santiago. Desde un punto de vista metodológico, el diagnóstico ambiental o línea de base consideró el análisis, actualización, complementación y validación de la información ya generada para la zona.

En la primera parte del informe se realiza una caracterización biofísica y socioeconómica, considerando las siguientes variables del medio físico: clima, geología y geomorfología, morfometría, hidrología y calidad del agua, series y capacidad de uso del suelo. Los componentes del medio biótico analizados son: flora, vegetación y fauna. La caracterización socioeconómica se desarrolla a nivel comunal, analizando la estructura demográfica de la población y las principales actividades económicas. Como parte del análisis territorial se describen las redes de infraestructura vial, energética y de riego, el sistema de asentamientos urbanos y rurales, la dotación de equipamiento y servicios, el uso del suelo actual y planificado, el patrimonio cultural y arqueológico, paisaje y riesgos naturales y antrópicos. También se realiza una descripción de la estructura de la propiedad en el área de estudio, según comuna, tipología de productores y propietarios interesados en la conservación. Finalmente, en el Anexo 3 se entrega la cartografía temática generada.

2) OBJETIVOS

- a) Elaborar una caracterización biofísica, socioeconómica y territorial del área de estudio, en base a una actualización, complementación y validación en terreno de la información ya generada para la zona.
- b) Generar cartografía temática para los diferentes componentes analizados en la línea de base, escala 1:100.000.

3) METODOLOGIA

La línea de base consideró las siguientes etapas: recopilación y análisis de los antecedentes específicos para el área de estudio, validación en terreno y elaboración de transectos, reuniones con la contraparte técnica y propietarios del área, depuración de bases digitales, digitalización y elaboración cartográfica.

3.1) Fuentes de información

La recopilación de información consideró la revisión de diferentes estudios e informes técnicos, como también la adquisición de bases de datos e información digital. Las principales fuentes de información consultadas fueron las siguientes:

a) Estudios e informes técnicos:

- Adenda 2 EIA Modificación PRMS. Ord. N° 1938/2003 de 4 de julio de 2003, CONAMA R.M. Informe consolidado de observaciones N° 2 del EIA del proyecto señalado.
- **ARCADIS Geotecnica, 2002. EIA Modificación Plan Regulador Metropolitano Santiago. Provincias de Talagante y Melipilla-Comunas de Buin y Paine.**
- Benedetti, S. R. y C. López. 2001. Árboles fuera del bosque en Chile. Santiago. Chile.
- Boletín Número 47 Museo Nacional de Historia Natural, Número Especial, 1998. Dirección Bibliotecas, Archivos y Museos.
- C. Nasi y R.Thiele. Estratigrafía del Jurásico y Cretácico de la Cordillera de La Costa, al sur del río Maipo, entre Melipilla y Laguna de Aculeo (Chile Central). Servicio Nacional de Geología y Minería.
- Cabello, A. y Manríquez, A. 1993. Palma chilena (*Jubaea chilensis* (Mol.) Baill.). Un recurso forestal. CESAF-Chile N°2. Dpto. de Silvicultura. Facultad de Cs. Agrarias y Forestales. Universidad de Chile.
- CONAMA, 2003. Estudio de instrumentos económicos para incentivar la creación de Areas Silvestres Protegidas de propiedad privada. Contrato N° 25-22001/02, Informe Manzor, J., 2002. Líneas estratégicas de un plan de protección para Altos de Cantillana y las cuencas altas de Aculo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, Escuela de Ciencias Forestales, Departamento de Manejo de Recursos Naturales. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal.
- CONAMA-BIRF. 1995. el Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile.
- Daniela Costa Rubio, 2002. Determinación de unidades territoriales sensibles como base para una propuesta de Ordenamiento Territorial: sitio prioritario Altos de Cantillana y Laguna de Aculeo, Región Metropolitana, Chile. Seminario de Grado, Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Donoso, C. 1981. Los tipos forestales de los bosques nativos de Chile. CONAF/PNUD/FAO Programa de Investigación y Desarrollo Forestal, Documento de Trabajo N° 38. 78 p.
- Espinoza, C. & A. González, 2000. Carta de riesgo ecológico y conveniencia de protección aguas superficiales y subterráneas. Universidad de Chile. Depto. de Investigación y Desarrollo. 26 pp.
- FAO, 1999. Informe Final Tomo I: Institucionalidad de las Areas Silvestres Protegidas Privadas de Chile. Informe Final del Estudio "Análisis y diseño metodológico para la

- elaboración de Planes de Manejo en Areas Silvestres Protegidas Privadas". Juan V. Oltremari y Kyran D. Thelen.
- Global Environment Facility (GEF), 2002. Medium-Sized Project Document: Biodiversity Conservation in Los Altos de Cantillana-Chile.
 - Gobierno de Chile, Ministerio de Agricultura (SAG), 2003. Cartilla de caza. Servicio Agrícola y Ganadero, Departamento de Protección de los Recursos Naturales Renovables.
 - Gobierno de Chile, SAG y CONAMA, 2003. Programa de Conservación de *Avellanita bustillosii* Phil. (Euforbiaceae).
 - Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), 1989). Mapa Agroclimático de Chile Editores Rafael Novoa y Sergio Villaseca.
 - Mansilla, R. 1994. *Jubaea*, the Palm of Chile and Easter Island. Congreso Intern. Ecología, Manchester, U.K.
 - ODEPA, 2000. Clasificación de las explotaciones agrícolas del VI Censo Nacional Agropecuario según tipo de productor y localización geográfica, Documento de Trabajo N° 5.
 - Quintanilla V. 2002. Alteración de un bosque endémico en cuencas costeras de la Región de Valparaíso. Chile Central. Congreso Medio Ambiente. Departamento Ingeniería Geográfica Universidad de Santiago de Chile.
 - Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo Región Metropolitana, 2002. Análisis integrado Plan Intercomunal de Talagante y Melipilla, Buin-Paine: Estudio de Impacto Ambiental.
 - Victor Maksaev, J., 2001. Reseña metalogénica de Chile y de los procesos que determinan la metalogénesis andina.
 - www. Conama.cl Agua Recurso escaso y vital (<http://www.conama.cl/rm/568/article-892.html>)

b) Bases digitales, cartográficas y fotografías aéreas:

- Ortofotos digitales empleadas en el área. Ciren-Corfo 1996, escala 1:20.000, Quebrada Abrante (3350-7084), Laguna de Aculeo (3348-7054); Valdivia de Paine (3345-7441); Cordón La Mina (3352-7054), Portezuelo Los Queños (3355-7047)
- Base digital proyectos GEF, OTAS y del Plan Intercomunal de Talagante y Melipilla, Buin-Paine: estudio de Impacto Ambiental.
- Cartas topográficas IGM escala 1:25.000: Cerro Cantillana (335230-705230), Estero Cholqui (334500-710000), Estero de Piche (335230-710000) y Laguna de Aculeo (334500-705230).
- Ortofotos color escala 1:105.000 del Proyecto Catastro Nacional de Bosque Nativo, año 2000, CONAMA-CONAF.
- Ortofotos de series y capacidad de uso del suelo escala 1:20.000, CIREN-CORFO. Siete ortofotos formato digital (1999).
- Vuelo GEOCEN 301/2000, Región Metropolitana.

3.2) Validación en terreno

Las actividades de terreno tuvieron como objetivo principal actualizar, complementar y validar la información analizada en la línea de base y aportar antecedentes más específicos para la zonificación. La primera actividad de terreno permitió tener una visión global del área de estudio, mientras que las visitas posteriores se centraron en las zonas definidas como prioritarias para la conservación. En estas últimas salidas se realizaron 2 transectos con un total de 40 puntos, en los cuales, y de acuerdo a los componentes analizados, se verificó la información de base disponible y se levantaron nuevos antecedentes, principalmente referidos a: flora y vegetación, fauna, topografía, exposición, altitud y accesibilidad (Anexo 3; Carta 1, Transectos). Adicionalmente, en algunos sectores se colocaron trampas para roedores y mallas entomológicas para insectos voladores (Figuras 1 y 2). Finalmente, cada punto fue georreferenciado (GPS Trimble) y luego representado en las cartas topográficas IGM escala 1:25.000 (Figura 3 y 4). En la Tabla 1 se indican los objetivos y características de las actividades realizadas en terreno.



Figuras 1 y 2. Trampa entomológica para insectos voladores sector Fdo. Rangue y arrieros en meseta de Cantillana, nacientes quebrada de La Madera (2.000 m.s.n.m), Septiembre 2003

Tabla 1. Descripción de las actividades de terreno proyecto Altos de Cantillana.

Fecha	Participantes	Sectores	Actividades realizadas
6 y 7 de septiembre de 2003	Investig. EULA: Mauricio Aguayo, Rodrigo Sanhueza y Gerardo Azócar CONAMA: Pamela Zenteno	Fdo. Rangué, parcelación Alto Laguna, Cajón de Aculeo y Fdo. Rinconada de Chocalán, Humedal El Yali, Valle Alhué, El Asiento y mina Pedro Valencia, estero Piche y Cajón de Lisboa	Entrevistas con propietarios (Antonio Solo de Zaldivar, Helios Murialdo), identificación y descripción de accesos, reconocimiento y descripción general del área de estudio, elaboración de registros fotográfico
15, 16 y 17 de septiembre de 2003	Investig. EULA: Mauricio Aguayo, Rodrigo Sanhueza, Gerardo Azócar, Juan Carlos Ortiz y Alicia Marticorena Arrieros: Srs. Sergio Rodriguez y Agustín Olivares.	Rangué, cuesta Rangué, Loma Del Cepillo, quebrada del Cepillo, descanso Las Canchas, puerta Los Quillayes, portezuelo El Boquerón, La Laguna, meseta Cantillana, quebrada La Madera, portezuelo La Alfalfa, Fdo. La Huachera, Fdo. Rangué, ruta G-546 Pintué-Rangué, parcelación Piedra Molino, parcelación Alto Laguna	Transecto orientación norte-sur con 32 puntos de observación, colección de plantas y descripción de formaciones vegetales, colocación de trampas, identificación y caracterización de huellas de acceso, identificación de sitios de Avellanita, entrevistas a propietarios y lugareños, elaboración de registros fotográficos
1 de octubre de 2003	Investig. EULA: Mauricio Aguayo y Gerardo Azócar	Cuesta del Cepillo, Fdo. Rinconada de Chocalán, monte Las Pelucas monte Las Avejas, quebrada El Lucho, loma El Litre	Transecto con 8 puntos de observación de orientación norte sur, colección de plantas y descripción de formaciones vegetales, identificación y caracterización de huellas de acceso, elaboración de registros fotográficos

Fuente. Centro EULA-Chile, Proyecto Cantillana, 2003.

Continuación tabla 1. Descripción de las actividades de terreno proyecto Altos de Cantillana.

Fecha	Participantes	Sectores	Actividades realizadas
12, 13 y 14 de noviembre de 2003	Investig. EULA: Mauricio Aguayo, Rodrigo Sanhueza y Gerardo Azócar	Cajón de Piche y rinconada de Lisboa, Fdo. Los Lagartos Cuesta Alhué-Melipilla y cuesta Los Guindos Nacientes estero Chacón y estero Yali, loma de Los Loros y loma Los Entierros Valle estero Popeta y loma Sta. Lucrecia Vertedero Popeta y Sta. Rosa Fdo. La Cabaña y naciente estero Yali Sector El Asiento, estero Alhué Fdo. El Membrillo, cerro El Durazno Hacienda Tantehue Cajón del Rey, cajón del Ñico y cajón de Los Bellotos Cajón de Las Casas, Fdo. Los Guindos Municipalidades de Melipilla, Alhué y San Pedro	Verificación de formaciones vegetales y uso del suelo en 27 puntos de observación Recopilación de información y entrevistas en municipios de Melipilla, Alhué, San Pedro y Gobernación de Melipilla Entrevistas a propietarios y lugareños, señores: Juan Vásquez, Fdo. Los Lagartos; administrador Hacienda Tantehue; Osvaldo Caceres, Fdo. Los Guindos; administrador Fdo. El Membrillo Elaboración de registros fotográficos
22 y 23 de enero de 2004	Investiga. EULA: Mauricio Aguayo, Rodrigo Sanhueza y Gerardo Azócar Administrador mina Pedro Valencia, Sr. Rene Mondaca	Mina Pedro Valencia Sector Quebrada Agua Fría Cajón Piche-Lisboa Meseta Cantillana, Cerro Cantillana Mina Madariaga Isla de Maipo: sector San Antonio de Naltahua y antigua mina El Escorial	Reunión en yacimiento Pedro Valencia: presentación de actividad minera y significado ambiental de los procesos de explotación Visita a la mina: conocimiento de métodos de explotación, galerías y niveles Visita a meseta de Cantillana y roblerías del sector Cajón Piche Lisboa

Fuente. Centro EULA-Chile, Proyecto Cantillana, 2003.

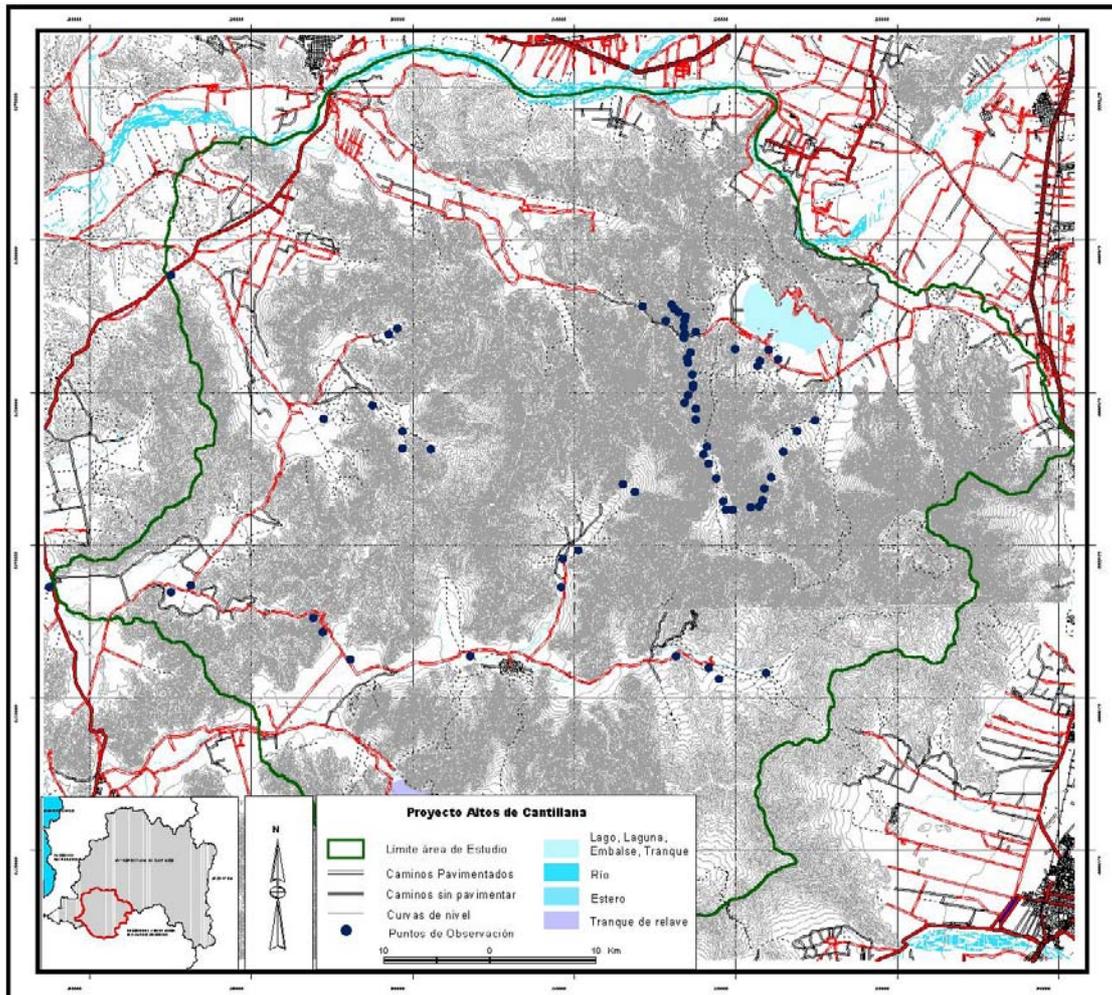


Figura 3. Puntos de observación en terreno proyecto Altos de Cantillana

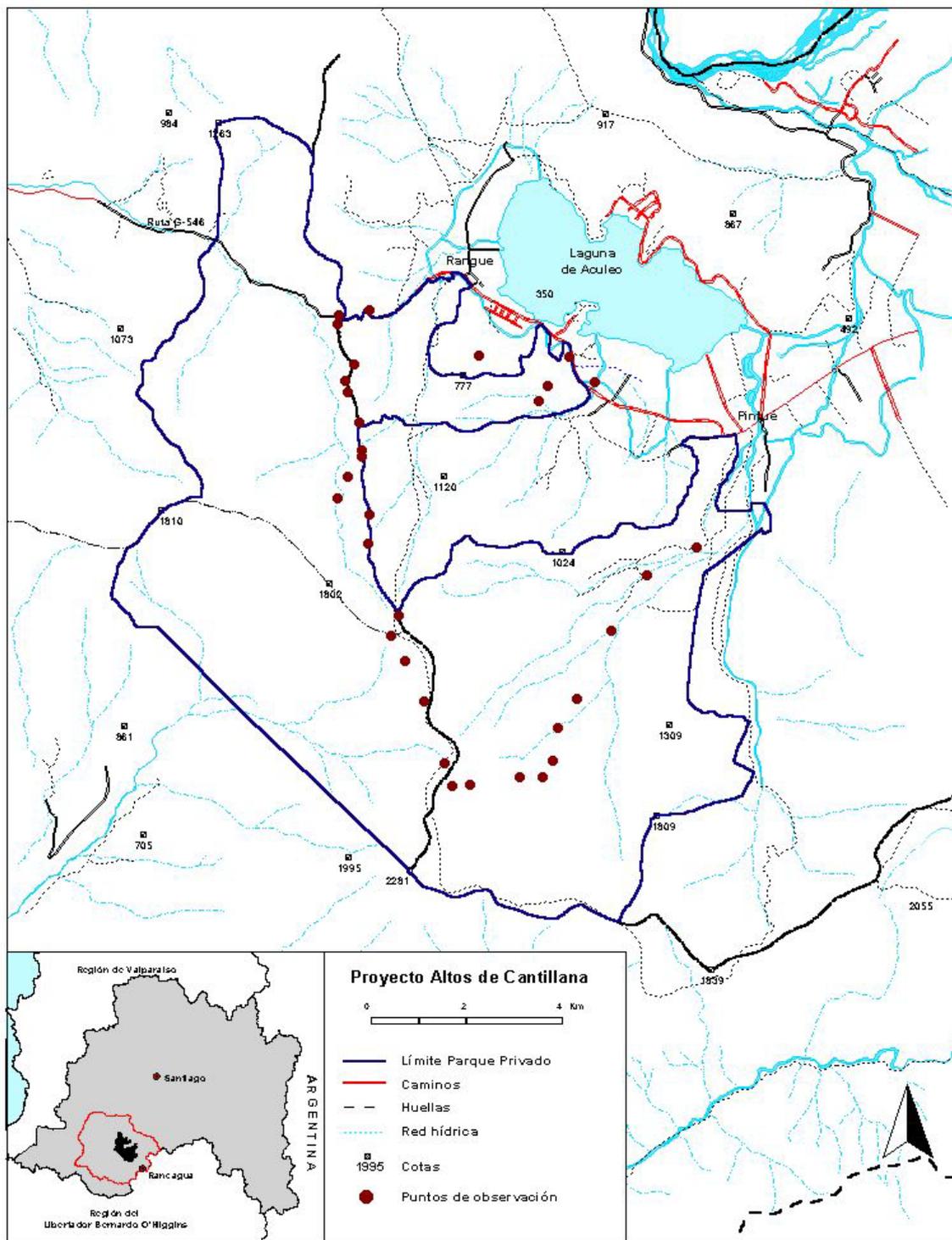


Figura 4. Transecto número 1 en el área propuesta para el Parque Privado Altos de Cantillana (PPAC) 15, 16 y 17 de septiembre de 2003

3.3) Elaboración cartográfica

Para la elaboración de la cartografía temática se utilizó la información contenida en las bases digitales de los proyectos GEF, OTAS y del Plan Intercomunal de Talagante y Melipilla, Buin/Paine. La información digital fue validada para cada uno de los componentes analizados, ajustando los polígonos e ingresando la información a escala 1:50.000. La escala de salida de la cartografía temática es 1:100.000 y se elaboró en el SIG Arcview 3.2. Adicionalmente, en algunos sectores del área de estudio la información digital fue corroborada con la interpretación de las ortofotos color escala 1:105.000 del Proyecto Catastro Nacional de Bosque Nativo (CONAMA/CONAF, 2000) y las fotografías aéreas escala 1:30.000 del Vuelo GEOCEN 301/2000, de la Región Metropolitana. La cartografía temática que se entrega en este informe es la siguiente (Ver Anexo 3; Carta2, Carta base):

- Carta transectos (1): contiene los puntos georreferenciados correspondientes a los sitios visitados en terreno.
- Carta base del área de estudio (2): contiene los límites del área del proyecto, red vial, red hídrica, topónimos, asentamientos urbanos y rurales, división administrativa y curvas de nivel.
- Carta formaciones geológicas y yacimientos mineros (3): información de las unidades geológicas del área y distribución de yacimientos metálicos y no metálicos.
- Carta de pendientes (4): muestra la distribución de los terrenos en el área de estudio según rangos de pendientes.
- Carta red hídrica y cuencas hidrográficas (5): distribución de la red hídrica y principales cuencas hidrográficas del área de estudio.
- Carta series de suelo y capacidad de uso (6): distribución de las series de suelo y capacidades de uso en el área del proyecto.
- Carta formaciones vegetales (7): muestra la distribución espacial de la vegetación y los núcleos de avellanita.
- Carta uso del suelo (8): distribución espacial del uso del suelo en el área de estudio en base a información del proyecto GEF y observaciones de terreno.
- Carta uso del suelo planificado (9): información del uso planificado en el área de estudio según lo propuesto en el Plan Intercomunal Talagante-Melipilla, Buin y Paine del MINVU R.M y sus respectivas adendas.
- Carta infraestructura (10): muestra la localización de infraestructura vial, canales de riego, líneas de alta tensión y otras.
- Carta riesgos (11): se identifican las zonas con riesgos naturales y antrópicos según la información del Plan Intercomunal Talagante-Melipilla, Buin y Paine del MINVU R.M y sus respectivas adendas.
- Carta patrimonio histórico y arqueológico (12): se representan los sitios arqueológicos y monumentos nacionales.
- Carta de propiedades (13): información con la distribución de las propiedades en el área de estudio según tipo de explotación y propietarios interesados en la conservación.

4) RESULTADOS

4.1 Contexto administrativo

El área de estudio se localiza entre los 33°41'-34°06' de latitud sur y los 70°43'-71°18' de longitud oeste, cubriendo un área aproximada de 206.038,9 hectáreas y abarcando territorios de las comunas de Alhué, Melipilla, Paine, San Pedro e Isla de Maipo, en las provincias de Melipilla, Maipo y Talagante de la región Metropolitana de Santiago (Tabla 2).

Tabla 2. Situación administrativa en el área de estudio del proyecto Altos de Cantillana.

Provincia	Comuna	Superficie (ha)	%
Melipilla	Alhué	84.294,9	40,9
	Melipilla	64.052,3	31
	San Pedro	12.958,5	6,3
Maipo	Paine	33.912,1	16,5
Talagante	Isla de Maipo	10.821,1	5,3
Total		206.038,9	100

Fuente. División administrativa base digital Proyecto OTAS.

4.2 Límites del área de estudio

Para la definición de los límites del área de estudio se utilizó la información digital del proyecto GEF y del proyecto OTAS. Los límites corresponden a elementos naturales, principalmente divisorias de altas cumbres, esteros, ríos y quebradas que coinciden en algunas zonas con la división administrativa regional, provincial y comunal (Figura 5). Estos deslindes, delimitan claramente los cordones de cerros y cuencas hidrográficas que forman parte del área de estudio. Cabe destacar que estos límites también coinciden, en algunos sectores, con los indicados en el Decreto N° 382 del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), que establece como área prohibida de caza de fauna silvestre la Laguna de Aculeo/Altos de Cantillana/Tantehue en la Región Metropolitana y que comprende una superficie total de 156.117 hectáreas. Los deslindes del área de estudio son los siguientes (Anexo 3; Carta 2, Carta Base):

- **Norte:** desde cerro Planchón hasta río Angostura, aguas abajo del río Angostura, pasando por Hospital y Champa, hasta su confluencia con el río Maipo, en la comuna de Isla de Maipo de la provincia de Talagante, río Maipo hasta su confluencia con el estero Cholqui, luego divisoria de altas cumbres bajando a terrenos planos ubicados en el valle del estero Popeta, hasta las cercanías de la localidad de Mandinga.
- **Oeste:** terrenos planos, a través de un curso de agua sin nombre hasta la localidad de Mandinga, luego cruza el estero Popeta hasta la loma Del Medio (153 m.s.n.m), divisoria de altas cumbres hasta cerro Alto El Quisco (770 m.s.n.m), cerro El Espino siguiendo división administrativa hasta cerro Peñasquería, de ahí divisoria de altas cumbres hasta loma Ramadillas y loma Del Rancho, luego divisoria hasta camino público Melipilla/Rapel, de ahí por afluente del estero Yali hasta divisoria loma Del Deslinde, cerro Punta Alta (457 m.s.n.m), cerro Tres Linderos (694 m.s.n.m), luego límite administrativo Región Metropolitana y VI Región, cruzando el estero Alhué, de ahí límite administrativo regional en dirección a altas nacientes de la cuenca del

estero Carén, monte Centínela (893 m.s.n.m), monte el Peumo (980 m.s.n.m), monte Pelado (905 m.s.n.m) y cerro Madaumo (1.211 m.s.n.m).

- **Sur:** desde cerro Madaumo (1.211 m.s.n.m) siguiendo límite administrativo regiones Metropolitana y VI hasta monte Colio (1.426 m.s.n.m), monte del Chivato (1.492 m.s.n.m) hasta cerro Altos de Punta Cortes (1.827 m.s.n.m), en la parte alta de la cuenca hidrográfica del estero Carén, hasta cerro Planchón.
- **Este:** cerro Altos de Punta Cortes (1.827 m.s.n.m), cerro Llivillivi (2.007 m.s.n.m), cerro Alto El Ingles (1.887 m.s.n.m), Pta. De Las Viscachas, límite administrativo provincia de Melipilla y de Cachapoal, cerro Punta El Durazno (1.457 m.s.n.m), cerro Los Arrayanes, en las nacientes del estero Alhué, cerro Los Cuchillos (1.887 m.s.n.m) cerro Puerta Cordillera hasta cerro Planchón, aguas abajo hasta río Angostura.

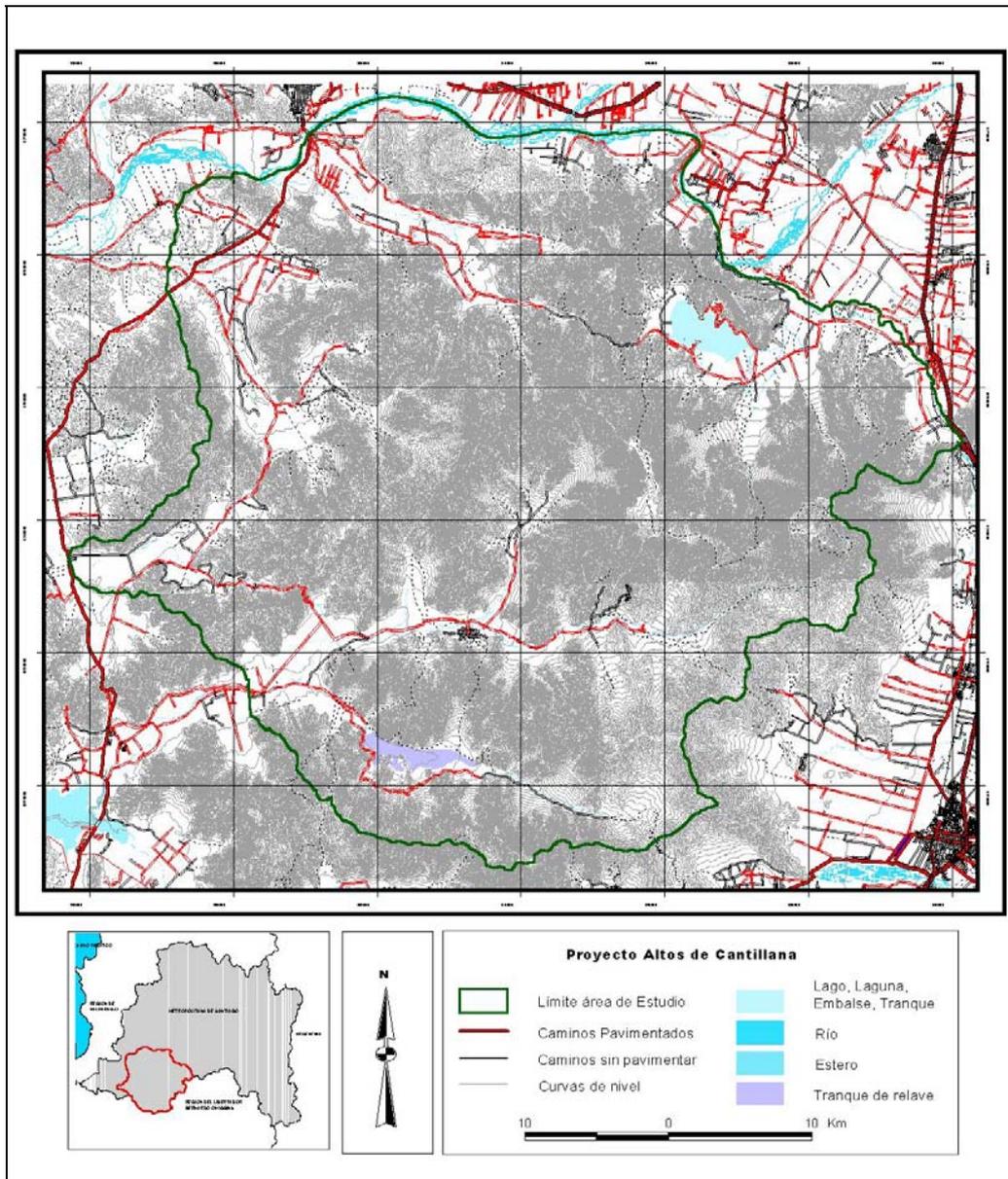


Figura 5. Area de estudio Proyecto Altos de Cantillana

4.3 Medio físico

4.3.1 Clima

Según la clasificación de Koeppen y Fuenzalida (SAG, 1979; Ellis, 1993), el clima de la macrozona sur de la región Metropolitana se clasifica como templado-cálido, con una estación seca prolongada de una duración de 6 a 8 meses. El clima sub-húmedo se encuentra en los cordones montañosos con fuertes pendientes y altos niveles de precipitación (Tabla 3). Estos cordones alcanzan alturas de 2.300 m.s.n.m y sobre los 1.800 m.s.n.m se observa la influencia del clima de montaña con precipitaciones nivales (Di Castri & Hayek, 1976). En la zona, el mes más frío corresponde a julio, con una temperatura media mensual de 7,6 °C, y el mes más cálido es enero, con una media mensual de 20,3 °C. De acuerdo a los registros de precipitaciones disponibles, es posible inferir la siguiente distribución de lluvias: un 46,8% en otoño; un 42,2% en invierno; 9,2% en primavera y; 1,9% en verano.

El área se encuentra sometida al régimen general de circulación atmosférica de la región Metropolitana, caracterizada por la predominancia de los vientos sur-oeste e interrumpidos por períodos de viento sur o períodos de calma (Ellis, 1993). También se identifican componentes regionales, provenientes del sur-oeste, que predominan gran parte del año, especialmente en primavera. Las precipitaciones tienen su origen en un sistema frontal, que genera heladas intensas y un acentuado descenso de las temperaturas máximas, proceso muy perceptible en las partes más altas del Cordón de Cantillana.

Tabla 3. Índices climáticos para el área del Cordón de Cantillana.

Índice	Valor
Precipitación media anual (mm)	611,5
Temperatura media anual (°C)	13,8
Temperatura efectiva (°C)	74,6
Precipitación efectiva (mm)	55,4
Evapotranspiración potencial (mm)	462,5
Escorrentía promedio (mm)	149,3
Índice de Blair (Ib)	611,5
Índice de Gasparín (Ig)	0,8

Fuente. Sepúlveda, 2002.

En el área de estudio también es posible identificar componentes climáticos locales que determinan el desarrollo de las formaciones vegetales y de ciertas actividades productivas. Este es el caso de los cordones montañosos y de los valles-rinconadas de los principales esteros y ríos. Es interesante destacar que algunos de estos valles, situados entre los 300 y 600 m.s.n.m, presentan muy buenas condiciones climáticas para actividades agrícolas intensivas, como la vitivinicultura y fruticultura, y el establecimiento de agroindustrias. Un aspecto climático de estos valles y rinconadas, que representa una ventaja comparativa, es su posición geográfica en relación con los contrafuertes de los cordones de cerros, ya que ofrecen condiciones de abrigo y de morigeramiento frente al comportamiento de las temperatura, precipitaciones y vientos.

De acuerdo a la información del Mapa Agroclimático de Chile (INIA, 1989) el área de estudio se localiza dentro del distrito agroclimático Pumanque, que se extiende desde la V Región, en la localidad de Los Andes, hasta la VII Región, en la localidad de Curepto. Cubre una superficie aproximada de 1.289.000 hectáreas y ocupa, principalmente, la vertiente oriental de la Cordillera de La Costa, es decir el secano interior. También se observa la presencia de este clima en la depresión intermedia, en la VI Región.

El régimen térmico de esta zona se caracteriza por una temperatura media anual de 14,9°C, con una mínima media del mes más frío de 5,8°C, en julio, y una máxima media del mes más calido de 27,7°C, en el mes de enero. En esta área el período libre de heladas aprovechable es de 10 meses, septiembre a julio inclusive. La suma anual de temperaturas, teniendo como base 5°C, es de 3.600 grados-días y las horas de frío, de marzo a noviembre, llega a 358. La temperatura media mensual se mantiene sobre 10°C.

El régimen hídrico se caracteriza por una precipitación anual de 439 mm, siendo este valor superior a los 600 mm en el sector del Cordón de Cantillana. El mes más lluvioso es junio, con 126 mm y la evaporación de bandeja llega a 1.730 mm anuales, con un máximo mensual en enero de 292 mm. La estación seca es de seis meses, entre noviembre y abril. Dada las características climáticas de este distrito, los cultivos agrícolas presentan buena potencialidad, tanto en terrenos de secano como en zonas bajo riego, con un incremento notable en los últimos años de cultivos permanentes, principalmente viñedos y frutales, especialmente en sectores de valles, terrazas y en las laderas de los cordones de cerros.

4.3.2 Geología y geomorfología

4.3.2.1 Geología

El área de Altos de Cantillana, corresponde a un relieve de predominio montañoso costero, abrupto y con altitudes cercanas a los 2.000 m.s.n.m, disectado por valles encajonados de fuerte pendientes. Los valles y llanuras tienen una menor representación. En este dominio se encuentran rocas intrusivas jurásicas y cretácicas, rocas volcánicas y sedimentarias mesozoicas, secuencia que está en contacto depositacional sobre intrusivos paleozoicos (Wall et. al., 1996). Respecto de la evolución geológica de estos cordones montañosos, ésta muestra la existencia de dos ciclos de sedimentación marina sobre los cuales sobreyacen intervalos continentales de carácter volcánico, afectados por eventos intrusivos, y cuyas edades estratigráficas van del jurásico al cretácico (Nasi y Thiele, 1982).

La secuencia y predominio de las formaciones geológicas se presenta en la Tabla 4; ésta permite inferir la importancia y predominio en el área de las rocas intrusivas, representadas por el Batolito de la Costa, los Intrusivos del Jurásico y el Batolito Central, situación típica de la Cordillera de La Costa en Chile Central, que en toda la secuencia geológica han intruido a las formaciones estratigráficas. Este predominio resulta relevante por cuanto estas rocas demuestran ser propensas a la erosión, frente a los agentes morfogenéticos, por lo cual la intervención en el área debe considerar esta situación basal.

Tabla 4. Formaciones geológicas del área de estudio.

Era geológica	Formación geológica	Superficie (ha)	%
CUATERNARIO		5.346,1	2,6
	Sedimentos fluviales actuales	16.393,8	8
	Sedimentos fluviales antiguos	27.455,3	13,3
	Ignimbrita Pudahuel	9.952,1	4,8
CRETÁSICO	Batolito Central	38.775,8	18,8
	Formación Lo Valle	14.760,3	7,2
	Formación Veta Negra	22.834,5	11,1
	Formación Lo Prado	34.177,3	16,6
JURASICO	Intrusivos del Jurásico	13.404	6,5
	Formación Horqueta	9.199,7	4,5
	Formación Cerro Calera	2.629,1	1,3
PALEOZOICO	Batolito de la Costa	9.903,2	4,8
	Laguna Aculeo *	1.207,7	0,6
TOTAL		206.038,9	100

*** Dato de referencia, no constituye una formación.**

A continuación se describen las formaciones geológicas del área de estudio para cada uno de los períodos indicados en la tabla 4 (Anexo 3; Carta 3, Formaciones geológicas y yacimientos mineros).

a) Intrusivos del Paleozoico

Las rocas intrusivas más antiguas del área constituyen el Batolito de la Costa, de edad paleozoica superior, presente en los cordones que rodean el estero Popetá en Melipilla. Corresponden a una secuencia del Carbonífero-permiano, compuesto por tonalitas, granodioritas, y secundariamente por sienogranitos y monzogranitos.

b) Rocas estratificadas-jurásico

- Formación Cerro Calera

Es la formación estratificada de edad más antigua reconocida en el área. Estratigráficamente, se sitúa en el jurásico medio y aflora en una franja norte-sur sobre parte del Cordón de Tantehue, al sur de Melipilla. Corresponde a rocas sedimentarias, marinas y transicionales, constituidas por limolitas y areniscas calcáreas, areniscas y conglomerados volcanoclásticos, areniscas y conglomerados cuarzo-feldespáticos e intercalaciones de tobas, cuya potencia máxima se estima en 760 m (Nasi y Thiele, 1982). Esta cubierta por la formación Horqueta e intruida por granitoides del jurásico y cretácico y, en su base, sobreyace en parte a los intrusivos paleozoicos.

- **Formación Horqueta**

Su edad se estima en el jurásico medio y aflora al sur del estero Cholqui, con orientación norte-sur. Corresponde a una secuencia volcánica con intercalaciones sedimentarias continentales, constituida por tobas, lavas andesíticas a riolíticas, areniscas y conglomerados volcanoclásticos. Sobreyace a la formación Cerro Calera y subyace a la formación Lo Prado, con una potencia estimada de 4.300 m (Nasi y Thiele, 1982). Está afectada por metamorfismo de contacto producido por intrusivos jurásicos y cretácicos.

- **Rocas intrusivas-jurásico**

En el área se han reconocido rocas plutónicas de edad cercana a los 160 millones de años, que afloran como plutones aislados. Intruyen a granitoides del Paleozoico y a rocas sedimentarias y volcánicas de las formaciones cerro Calera y Horqueta, generando áreas de alteración hidrotermal. En general, corresponden a tonalitas y granodioritas de anfíbola y biotita, de color gris claro y grano medio.

Rocas estratificadas-cretácico

La edad cretácica en el área esta representada por afloramientos de la formación Lo Prado, formación Lo Valle, formación Veta Negra y los Estratos Horcón de Piedra, estos últimos propuestos por Wall et. al. 1996.

- **Formación Lo Prado**

Es una unidad sedimentaria marina y volcánica, dispuesta sobre la formación Horqueta e infrayacente a la formación Veta Negra y a los estratos de Horcón de Piedra. Presenta una potencia máxima estimada de 5800 m. La formación Lo Prado presenta zonas de alteración hidrotermal, hospedando, principalmente, mineralización estratiforme de cobre y mantos de calizas. En el área se han descrito dos miembros para esta formación, según su desarrollo litológico (Wall et. al. 1996). El *Miembro Superior*, con 1.100 m de potencia promedio, está conformado por calizas fosilíferas marinas, areniscas y conglomerados con intercalaciones de rocas volcánicas andesíticas a dacíticas. En el sector de Loma Chicharra, presenta una pequeña intercalación de caliza coquinoídea marmorizada, que hospeda la mayor parte de la mineralización, con vetas de cobre y oro-cobre, estratiformes de cobre (e.g., Mina Mantos Negros, Fortuna) y cobre-plata (Mina Buena Esperanza) y yacimientos de caliza (e.g., Mina Las Abuelitas, Viluma, Elisa-Tirana).

El *Miembro Medio*, de 2.150 m de potencia promedio, corresponde a lavas, lavas brechosas y tobas, de composición andesítica, dacítica y riolítica e intercalaciones sedimentarias subordinadas. Hospeda vetas de cobre (Mina Diez Hermanos), oro (Mina El Pleito) y cobre-plata (Mina Loma Larga) y estratiformes de cobre (Mina Codiciada).

- **Formación Veta Negra**

En el área se localiza al oeste de la Laguna de Aculeo, en el sector Loma del Cepillo, y está dispuesta sobre la formación Lo Prado, subyaciendo a los estratos de Horcón de Piedra y con una potencia máxima estimada de 800 m. Corresponde a una unidad volcánica y, en parte, subvolcánica, incluyendo andesitas con grandes fenocristales de plagioclasa, lavas andesíticas porfídicas y afaníticas e intercalaciones sedimentarias subordinadas. Esta unidad está intruida por granitoides del cretácico superior. Hospeda vetas de cobre (Mina Virgen del Carmen), oro-cobre (Mina Emilia) y estratiformes de cobre (Mina San Matías).

- **Estratos Horcón de Piedra**

Corresponde a una secuencia compuesta predominantemente por lavas y tobas riolítico-dacíticas y lavas andesíticas afaníticas y porfídicas verde-violáceas. Se dispone sobre la formación Veta Negra hacia el norte, y sobre la formación Lo Prado hacia el sur, donde no habría evidencias de la presencia de la formación Veta Negra. En el sector Laguna de Aculeo, estratos asignados a la unidad, están intruidos por granitoides de 80 millones de años. En el cerro Horcón de Piedra se observan amplias zonas de alteración hidrotermal con vetas de cobre (Mina La Mostaza/Cepillo) y vetas de dumortierita (Mina Los Azulillos/Horcón de Piedra; Whal et. al., 1996).

- **Formación Lo Valle**

Es predominante en los cordones montañosos situados al oeste del río Angostura y norte de la Laguna de Aculeo, así como en el Cordón de Cantillana, sector de cajón Lisboa y Loma de La Madera. En el área esta formación sobreyace a la formación veta Negra, por lo cual se estima una edad correspondiente al cretácico superior (Nasi y Thiele, 1982). Presenta una potencia de 3.500 m, y corresponde a un afloramiento de rocas esencialmente volcánicas, constituida por una sección basal de conglomerados y areniscas, sobre las cuales se apoyan lavas andesíticas a riolíticas, ignimbritas y brechas, con intercalaciones de tufitas y areniscas continentales epiclásticas.

- **Rocas intrusivas**

Corresponde a un complejo plutónico, de dimensiones batolíticas, que se habría emplazado en un período de 90 a 100 millones de años, cuyas rocas conforman el denominado Batolito Central e intruyen a las rocas sedimentarias y volcánicas de las formaciones Lo Valle y Veta Negra, y a las rocas sedimentarias y plutónicas del jurásico. En el área se observan algunos afloramientos en el cajón de Hueque y Cajón de Lisboa, correspondiendo a variaciones de granodioritas, tonalitas y pórfidos dioríticos a granodioríticos. Estas rocas hospedan vetas de oro, oro-plata, oro-cobre-plata y canteras de roca-maicillo.

Cuaternario

El cuaternario u holoceno está representado en el área por depósitos no consolidados, correspondientes a sedimentos fluviales, antiguos y actuales, con presencia local de sedimentos coluviales y depósitos de remoción en masa.

- **Sedimentos fluviales antiguos:** corresponden a sedimentos no consolidados, que conforman en el área terrazas locales. Están compuestos por gravas, arenas y limos, ubicadas a alturas que varían entre 3 y 30 m, con respecto al curso fluvial actual.
-
- **Sedimentos fluviales actuales:** localmente se localizan en estero y quebradas, como el estero Popeta; estero Chacón; estero Alhué y afluentes del estero Piche, estero Huillín y estero Carén. Están constituidos por gravas, en forma de bolones redondeados a bien redondeados, de baja esfericidad, y arenas, que corresponden a sedimentos no consolidados de cursos fluviales activos.
- **Depósitos coluviales:** sedimentos no consolidados, ubicados en las cabeceras de las quebradas y pequeños cursos de agua, permanentes o esporádicos. Corresponden a depósitos gravitacionales, no seleccionados granulométricamente, que van de bloques hasta arcillas.
- **Depósitos de remoción en masa:** observables en las quebradas de la zona, como son el cajón de Panamá, estero Piche y estero de La Madera y Cajón de Lisboa, corresponden a depósitos de movilización gravitacional actuales.

4.3.2.2 Geomorfología

En el área de estudio las geoformas que adoptan las formaciones geológicas se caracterizan por el predominio de relieves de erosión correspondientes a los cordones montañosos del borde oriental de la Cordillera de La Costa, en contacto con la Depresión Intermedia, representada por la fosa tectónica de Santiago en su sección más meridional que, a su vez, caracteriza los relieves de sedimentación en la zona. A continuación, se realiza una breve descripción de este tipo de relieves.

a) Relieves de erosión

Los relieves de erosión corresponden a los cordones graníticos situados en el borde este de la Cordillera de la Costa, que en el área marca el límite occidental y sur de la cuenca de Santiago, alcanzando su máxima penetración en el sector de Angostura de Paine. Geológicamente, estos cordones se encuentran constituidos por rocas graníticas paleozoicas y mesozoicas, además de rocas volcánicas y sedimentarias cretácicas. El macizo granítico en el área está conformado por los cordones La Mina, Altos de Cantillana, Loma El Cepillo y Cordón de Yervas Buenas. En estos cordones, las mayores altitudes según las cartas IGM 1:25.000, corresponden al Cerro Cantillana (2.281 m.s.n.m), el morro Las Lagunas (2.073 m.s.n.m), Morro Toros Muertos (2.159 m.s.n.m) y Horcón de Piedra (2.075 m.s.n.m). Un segundo cordón de cerros se ubica al sur del río Maipo, bajo el Estero Cholqui, y se conoce como Cordón de Culiprán. En esta cadena de cerros las alturas máximas no sobrepasan los 1.000 m.s.n.m., sobresaliendo el cerro Tutema (905 m.s.n.m) y el cerro La Patagua (662 m.s.n.m).

La fragilidad de estos cordones montañosos frente a los agentes morfogenéticos, se debe principalmente a que sido afectados intensamente por procesos de meteorización de las rocas constituyentes, principalmente sobre las rocas graníticas paleozoicas, formando una cubierta de roca descompuesta comúnmente llamada “maicillo”. A esto se agrega la fuerte disección de los cerros, producto del escurrimiento de quebradas y esteros, que conforman terrazas de erosión locales, notablemente trabajadas por el arrastre de material.

b) Relieves de sedimentación

Los relieves de sedimentación están representados por valles locales, que conforman pequeñas superficies aterrazadas y el lago intermontano de la Laguna de Aculeo, que forma parte de la Fosa Tectónica de Santiago. El sector de la Laguna de Aculeo, corresponde a una fosa tectónica rellena, principalmente, con materiales producto de procesos erosivos del cuaternario. Esta fosa o cuenca tectónica, presenta una morfología de relleno sedimentario y se encuentra conectada con los cordones de cerros a través de depósitos aluviales de poca extensión superficial.

Los principales valles del área, por el norte, son la llanura del Río Maipo-Angostura, del cual forma parte la Laguna de Aculeo; por el sur, el estero Alhué y, hacia el oeste, el valle del estero Cholqui y del estero Popetá. Los sedimentos que rellenan las terrazas de estos valles, indican la fuerte incidencia de los procesos erosivos que han afectado a los cerros de granitoides y, en menor medida, de cenizas volcánicas. Los valles locales presentan terrazas pequeñas y depósitos de conos de deyección adosados al pie de empinadas cadenas de cerros y, genéticamente, asociados a procesos aluvionales. Estas geoformas se desarrollan en torno a las cabeceras de las hoyas hidrográficas secundarias, como son el estero de Piche, tributario del Alhué, el estero Cholqui y el estero Huiticalán.

4.3.3 Morfometría

La morfometría del área de estudio se analizó en función de un Modelo Digital de Elevación (MDE) a partir del cual se derivaron los rangos de altitud, pendientes y exposición. Estas variables fueron combinadas con la vegetación, cuencas hidrográficas y suelo para caracterizar su localización geográfica, fragilidad y singularidad. En cuanto a la altitud del terreno, en el área de estudio se observan diferencias de cotas de 2.231 metros, con una amplitud que va desde los 50 metros hasta los 2.281 m.s.n.m. El sector más alto corresponde al cerro Cantillana, ubicado alrededor de los 33°58' latitud sur y 70°58' longitud oeste, que forma parte del cordón montañoso denominado Altos de Cantilla y que se extiende, en sentido este a oeste, desde el cerro Planchón hasta el cerro Matancilla. En este último sector, se divide en dos cordones montañosos: el cordón Hueque, con orientación hacia el sudoeste, y el cordón Culipran, orientado hacia el noroeste. Del análisis de la Tabla 5 se desprende que el 58,5% de la superficie del área se sitúa entre los 50 y 600 m.s.n.m. y que, el 41, % restante, presenta elevaciones que van desde los 600 hasta los 2.281 m.s.n.m. En relación a las pendientes, y de acuerdo a los datos de la Tabla 6, el 53,1% de la superficie del área presenta pendientes superiores al 30%, las cuales, según la clasificación de CIREN-Corfo, corresponden a pendientes escarpadas (Anexo 3; Carta 4, Pendientes). Este tipo de terrenos imponen serias restricciones al uso del suelo, presentando en casi la totalidad del área de estudio capacidades de uso VII y VIII.

La Tabla 7 presenta las exposiciones y su distribución, en términos de superficie, en el área de estudio propuesta. De acuerdo a esos datos, el 14% de la superficie presenta exposición norte y sur debido a la orientación predominante E-O de los cordones montañosos que atraviesan el área. El 15,8% del área corresponde a sectores planos ubicados, principalmente en fondos de valles y mesetas. Estas características tiene importantes implicancias ecológicas, de hecho la distribución espacial de las formaciones vegetales obedecen, en gran medida, a este patrón morfométrico.

Tabla 5. Superficie según altitud en el área de estudio.

Rangos de altitud (mt)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
0-200	34.133,8	16,6
200-400	49.537,5	24
400-600	36.826,4	17,9
600-800	28.550,1	13,9
800-1.000	18.592,5	9
1.000-1.200	12.396,7	6
1.200-1.400	9.075,8	4,4
1.400-1.600	6.978,2	3,4
1.600-1.800	5.333,5	2,6
1.800-2.000	3.085,8	1,5
2.000-2.200	1.439,7	0,7
2.200-2.400	88,9	0
Total	206.038,9	100

Fuente. Elaboración propia en base a cartografía IGM digital escala 1:50.000.

Tabla 6. Superficie según pendientes en el área de estudio.

Rango de Pendiente (%)	Tipo de terreno	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
0-1	Plano	34.398,7	16,7
1-2	Ligeramente inclinado	2.208,5	1,1
2-3	Suavemente inclinado	2.959,4	1,4
3-8	Moderadamente inclinado	12.603,8	6,1
8-15	Fuertemente inclinado	16.472,7	8
15-25	Moderadamente escarpado	27.996,8	13,6
25-45	Escarpado	61.456,6	29,8
> 45	Muy escarpado	47.942,4	23,3
Total		206.038,9	100

Fuente. Elaboración propia en base a cartografía IGM digital escala 1:50.000.

Tabla 7. Superficie según exposición en el área de estudio.

Rangos de exposición	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Plano	32.624,3	15,8
N	12.247,4	5,9
NE	24.355,2	11,8
E	17.938,5	8,7
SE	15.538	7,5
S	16.674,2	8,1
SO	23.266,9	11,3
O	36.142,1	17,5
NO	27.252	13,2
Total	206.038,9	100

Fuente. Elaboración propia en base a cartografía IGM digital escala 1:50.000.

4.3.4 Hidrología y calidad del agua

El sistema hidrológico del área de estudio esta formado por las siguientes subcuencas hidrográficas: río Angostura, estero Alhué Alto (antes confluencia con estero Carén), estero Alhué bajo, estero Carén, estero Cholqui (Cajón de Aculeo), estero Popeta, estero Yali y Laguna de Aculeo (Anexo 3; Carta 5, Red hídrica y cuencas hidrográficas). En la Tabla 8 se entrega el área correspondiente a cada una de las subcuencas presentes en el área de estudio y en la Tabla 9 se presentan las superficies de las subcuencas según el rango de pendiente. De acuerdo con esta última tabla se puede observar que con excepción de la subcuenca Alhué Bajo, todo el resto de las subcuencas se caracterizan por presentar más del 50% de su superficie con pendientes que se clasifican como moderadamente escarpadas a muy escarpadas.

Tabla 8. Superficie de las subcuencas presentes en el área de estudio.

NOMBRE	SUPERFICIE (HA)	%
Subcuenca río Angostura-Cajón del Maipo	23.451,6	11,5
Subcuenca Estero Alhué Bajo	4.256,7	2,1
Subcuenca Estero Alhué Alto antes Carén	54.922,3	26,7
Subcuenca Estero Carén	24.840,7	12,1
Subcuenca Estero Cholqui – Cajón de Aculeo	27.572,6	13,4
Subcuenca Estero Popeta	33.407,2	16,2
Subcuenca Estero Yali	12.985,6	6,3
Cuenca Laguna de Aculeo	24.323,8	11,8
Total	206.038,9	100

Fuente. Elaboración propia en base a cartografía IGM digital escala 1:50.000.

Tabla 9. Porcentaje de la superficie de las subcuencas hidrográficas según rango de pendiente.

PENDIENTE (%)	SUBCUENCA							
	Angostura a Maipo	Alhué Alto	Alhué Bajo	Carén	Cholqui	Popeta	Yali	Laguna Aculeo
	%	%	%	%	%	%	%	%
0 - 1	22	7,3	41,1	9,5	17,0	18,0	24,1	22,1
1 - 2	0,6	0,5	0,5	0,4	0,9	3,0	1,3	0,5
2 - 3	0,6	0,6	0,6	0,4	3,7	2,4	1,8	0,6
3 - 8	3,6	4,2	3,7	2,7	5,7	12,9	8,3	3,7
8 - 15	6,3	9,7	6,1	10,2	5,8	7,7	9,6	6,4
15 - 25	10,8	13,9	18,0	15,7	11,6	13,9	20,4	10,7
25 - 45	25,3	32,4	25,2	32,3	31,2	28,2	30,3	25,2
45 - 65	30,8	31,3	5,0	28,9	24,2	14,0	4,2	30,8
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100

Fuente. Elaboración propia en base a cartografía IGM digital escala 1:50.000.

4.3.4.1 Descripción de las principales subcuencas y cuerpos de agua superficiales

a) Subcuenca del río Angostura-Cajón del Maipo

La superficie de la cuenca del río Angostura alcanza a las 23.451,6 hectáreas, cifra que representa un 11,5% del total del área de estudio. Esta subcuenca se caracteriza por presentar un amplio contraste de pendientes, con un 22% de su superficie plana y un 56,1% con pendientes escarpadas a muy escarpadas (Tabla 9). Los principales afluentes del río son los esteros Paine y Peralillo. Antes de la confluencia en la unión con el estero Paine, el río presenta un régimen de tipo pluvionival, con altos valores de caudal en los meses de diciembre, julio y agosto. Hacia el sector de la confluencia con el río Maipo su régimen es de tipo pluvial, con valores máximos en los meses de julio y agosto. En la Tabla 10 se entrega la variación estacional del caudal medio del río Angostura (sector de Angostura), aguas arriba de la confluencia con el estero Paine, medido durante el periodo 1962-1981, años en los cuales se tiene estadística de la DGA (ARCADIS-Geotecnia, 2002).

Tabla 10. Variación estacional del caudal medio en el río Angostura en el sector de Angostura (aguas arriba de la confluencia con el estero Paine), para el periodo 1962-1981.

MESES	Q (m ³ /s)	MESES	Q (m ³ /s)
Abril	4,06	Diciembre	7,50
Mayo	3,69	Enero	5,08
Junio	4,44	Febrero	3,50
Julio	7	Marzo	4,48
Agosto	6,54	Promedio anual	5,08
Septiembre	4,91	Promedio Abr-Sep	3,50
Octubre	6,31	Promedio Oct-Mar	4,48
Noviembre	8,16		

Fuente. ARCADIS-Geotécnica, 2002.

En la Tabla 11 se muestra la variación del caudal medio en el río Angostura, en Valdivia de Paine aguas abajo de la unión con el estero Paine y el estero Peralillo, durante el periodo 1980-1988, años en los cuales se tiene estadística de la DGA (ARCADIS-Geotecnia, 2002).

Tabla 11. Variación del caudal medio en el río Angostura en Valdivia de Paine (aguas abajo unión con estero Paine y estero Peralillo) para el periodo 1980-1988.

MESES	Q (m ³ /s)	MESES	Q (m ³ /s)
Abril	19,14	Diciembre	27,81
Mayo	20,71	Enero	20,12
Junio	45,87	Febrero	19,69
Julio	59,49	Marzo	20,57
Agosto	40,84	Promedio anual	30,12
Septiembre	29,67	Promedio Abr-Sep	35,95
Octubre	29,31	Promedio Oct-Mar	25,96
Noviembre	30,57		

Fuente. ARCADIS-Geotécnica, 2002.

b) Río Maipo

El río Maipo nace en la zona alta de la Cordillera de Los Andes, a los pies del volcán Maipo a 5.623 m s.n.m. Su principal afluente cordillerano es el río Colorado, en Tupungato. En la localidad de San Gabriel, a una altura de 1.240 m s.n.m. recibe el caudal del Yeso y el Volcán. Después de salir de la Cordillera se le une el estero Clarillo. En los faldeos de la Cordillera del la Costa, sector de Valdivia de Paine, recibe el aporte del río Angostura, el que antes ha recibido el aporte de los esteros Paine y Peralillo. En la zona de El Monte recibe el aporte del río Mapocho, su principal afluente. Aguas abajo de la desembocadura del río Mapocho se encuentra el estero Puangue, con un caudal medio anual de 1 m³/seg. Los caudales máximos del río Mapocho se presentan en diciembre y enero y los mínimos en julio y agosto.

El régimen del río Maipo es nival, el cual se mantiene hasta que recibe el aporte del río Mapocho, transformándose en un régimen de tipo nivo-pluvial. Las aguas del río Maipo riegan una de las zonas agrícolas más importantes del país, tanto por la variedad de cultivos como por su capacidad productiva. El Maipo constituye la fuente de agua mas importante para los canales de regadío de la cuenca, abasteciendo incluso a zonas pertenecientes a la cuenca del Mapocho. En la Tabla 12 se entregan los valores de los caudales medios mensuales del río Maipo, registrados entre 1981 y 1991 en el sector de Chiñigüe, Provincia de Melipilla (ARCADIS Geotecnia, 2002).

Tabla 12. Caudales medios mensuales Estación Maipo en Chiñigüe.

MESES	Q (m ³ /s)	MESES	Q (m ³ /s)
Abril	50,45	Diciembre	11,43
Mayo	61,28	Enero	89,64
Junio	85,85	Febrero	63,54
Julio	4,93	Marzo	0,03
Agosto	92,84	Promedio anual	75,2
Septiembre	76,39	Promedio Abr-Sep	78,41
Octubre	46,99	Promedio Oct-Mar	72
Noviembre	68,44		

Fuente. ARCADIS-Geotécnica, 2002.

El río Maipo, en su parte alta, recibe los aportes del río Volcán con concentraciones levemente altas de hierro (asociadas a actividades mineras) y del río Yeso, con aguas de buena calidad. En su parte media recibe importantes descargas industriales de residuos líquidos con altos contenidos de metales, detergentes y otros contaminantes. En esta sección el río recibe las aguas residuales de las localidades de Puente Alto, La Pintana, Buin y Paine, que son transportadas por el río Angostura hasta el Maipo, con altas concentraciones de coliformes fecales (sobre 1000 coliformes fecales por 100 ml). En la parte baja del río Maipo se reciben las descargas de la ciudad de Melipilla, previamente tratadas, pero también se vierten residuos industriales líquidos sin tratamiento previo (Espinoza y González, 2000). Los principales contaminantes que superan la norma en todos los tramos de río son los coliformes fecales y sulfatos, mientras que los contaminantes que superan la norma en algunos tramos son el hierro, boro, mercurio, cobre, molibdeno, selenio, manganeso, aluminio y dioxinas. La contaminación de los cauces implica que, en algunos sectores rurales, el ganado doméstico debe ser abastecido con agua potable, lo que encarece enormemente su mantención.

c) Estero Paine

En la Tabla 13 se muestra la variación estacional del caudal medio en el río Paine, en longitudinal de Paine aguas arriba del río Angostura, durante el periodo 1962-1981, años en los cuales se tiene estadística de la DGA (ARCADIS Geotecnica, 2002).

Tabla 13. Caudales medios mensuales estación Paine en Longitudinal estero Paine.

MESES	Q (m ³ /s)	MESES	Q (m ³ /s)
Abril	3,83	Diciembre	5,04
Mayo	3,69	Enero	4,07
Junio	4,68	Febrero	3,57
Julio	5,86	Marzo	4,09
Agosto	4,08	Promedio anual	4,2
Septiembre	3,25	Promedio abril-Septiembre	4,23
Octubre	3,25	Promedio Octubre- Marzo	4,18
Noviembre	3,66		

Fuente. ARCADIS-Geotécnica, 2002.

d) Subcuenca del estero Alhué

La subcuenca del estero Alhué puede ser subdividida en dos partes: subcuenca Alta, antes de la confluencia con el estero Carén, y subcuenca Baja. Ambas subcuencas forman parte de la cuenca del estero Alhué, correspondiendo al 26,7% y 2,1% del área de drenaje total, respectivamente. La subcuenca Alta presenta la mayor parte de su superficie con pendientes escarpas a muy escarpadas (63,7%), en cambio en la subcuenca Baja predominan los terrenos con topografía plana, con un 41,1% del área total (Tabla 9). La cuenca del estero Alhué se desarrolla a partir de los cordones precordilleranos que separan el río Cachapoal de la cuenca del río Maipo. Tiene un régimen pluvial, sin aporte nival, ya que se ubica en la cordillera de la Costa, con alturas menores y escasa precipitación nival, con un caudal medio mensual en invierno que no supera los 20 m³/seg. El estero Alhué tiene una cuenca de drenaje de 59.178,9 hectáreas. En la Tabla 14 se entregan los valores de los caudales medios entre los años 1980 y 2000, en la estación Alhué en Quilamuta, la cual pertenece a la Dirección Nacional de Aguas (ARCADIS Geotecnica, 2002).

Tabla 14. Caudales medios mensuales Estación Alhué en Quilamuta.

MESES	Q (m ³ /s)	MESES	Q (m ³ /s)
Abril	0,85	Diciembre	0,88
Mayo	3,26	Enero	0,47
Junio	15,91	Febrero	0,51
Julio	19,58	Marzo	0,62
Agosto	13,75	Promedio anual	5,89
Septiembre	8,45	Promedio Abr-Sep	10,3
Octubre	4,2	Promedio Oct-Mar	1,43
Noviembre	1,88		

Fuente. ARCADIS-Geotécnica, 2002.

e) Cuenca del Estero Yali

La subcuenca del estero Yali forma parte de la cuenca del estero del mismo nombre y representa un 6,3% de la superficie total drenada en el área de estudio. En esta subcuenca predominan las pendientes moderadamente escarpada a escarpadas (34,5%) y las superficies planas (24,1%; Tabla 9). La cuenca del estero Yali es costera, ubicada entre las cuencas hidrográficas principales correspondientes a los ríos Maipo y Rapel, perteneciendo administrativamente a la región metropolitana, Provincia de Melipilla, en su zona de cabecera, y a la V Región en su zona baja y desembocadura en el Océano Pacífico. Se desarrolla, aproximadamente, entre las latitudes 33°46' y 34°04' S y entre las longitudes 71°12' y 71°45' O. El cauce del Estero Yali tiene una longitud total del orden de 55 km y una dirección suroriente- norponiente, desde su nacimiento en los cordones de cerros denominados Lomas de los Boldos hasta su desembocadura en el mar. La superficie total de la cuenca es de 428 km² y su altura máxima supera los 1.000 m s.n.m.

f) Cuenca de Laguna Aculeo

Laguna Aculeo (33°50'S, 70°54'O, 250 m s.n.m.), localizada en la comuna de Paine, es uno de los cuerpos de agua naturales más grandes ubicados en la Depresión Central de Chile. La laguna, ubicada en una cuenca tectónica de la Cordillera de la Costa, tiene una superficie de 12 km² y una profundidad máxima de 6 metros. Su origen se debe a la acumulación de sedimentos arrastrados por el río Maipo y que junto a los materiales de deyección, acumulados a la salida de las quebradas Ramadillas, Huiticalán y Abrantes, terminaron por represar el drenaje natural de la Rinconada de Aculeo.

Laguna Aculeo es muy sensible a los eventos de lluvia debido a: lo escarpado del relieve que rodea el cuerpo de agua, alcanzando alturas de 2.000 m.s.n.m en la parte sureste, y la presencia de numerosos arroyos temporales, que drenan desde los cerros que la circundan. Su drenaje natural lo constituye el estero Aculeo, afluente del río Angostura, el cuál a su vez desemboca en el río Maipo, a unos 3 km al oeste de la localidad de Valdivia de Paine. El estero Aculeo permanece seco durante la época estival y escasamente presenta agua en el invierno; por lo tanto, las pérdidas superficiales a través del desagüe pueden ser despreciadas, ocurriendo principalmente a través de la evaporación.

Los sistemas que drenan hacia Laguna Aculeo se caracterizan por presentar una elevada pendiente en zonas de captación y la generación de reducidos caudales, con una marcada diferencia entre los periodos de crecida y de estiaje. El 56% de la cuenca presenta pendientes escarpadas a muy escarpadas (Tabla 9). Los mayores caudales se generan principalmente entre los meses de junio/agosto y los menores de febrero/abril, época en que incluso algunos no presentan escurrimiento superficial. La zona alta se encuentra semicubierta por formaciones arbóreas y arbustivas, lo que determina que cierta cantidad de precipitación sea aprovechada por la vegetación de la zona.

Desde la década 1960, la Laguna Aculeo ha sido considerada como un importante centro de atracción turística, presentando en la actualidad importante grado de deterioro en la calidad de sus aguas, debido a la eutroficación que la afecta (Cabrera & Montecinos, 1982). Esta se caracteriza por la baja transparencia del agua (25 cm de disco Secchi), especialmente en periodo de invierno, bajo contenido de oxígeno en la columna de agua y la presencia de floraciones masivas de microalgas (*Microcystis aeruginosa*).

Otro significativo problema que la afecta es la gran cantidad de sedimentos que llega al cuerpo de agua, lo que ha provocado una disminución de su profundidad. Esta sedimentación es causada por varios factores, que incluyen tanto causas naturales como artificiales, entre las primeras se encuentra la abrupta pendiente del entorno del lago y entre las segundas, está la intervención de laderas y quebradas para la construcción de viviendas y la modificación de las orillas para la construcción de embarcaderos de botes y lanchas. Los elementos derivados de la sedimentación en la laguna consisten básicamente en arenas, limos y arcillas, con una menor presencia de materiales gruesos.

La geología de cuenca esta constituida principalmente por andesitas y granodioritas, con ausencia de carbonatos. El lago esta rodeado por depósitos aluviales del cuaternario, que en la actualidad son utilizados en la agricultura. Además, desde la Laguna se generan una gran cantidad de canales de regadío que permiten la actividad agrícola en esta zona.

g) Areas de humedales

Los humedales corresponden a áreas que están inundadas o saturadas por agua superficial o subterránea, con una frecuencia y duración suficiente para sostener vegetación adaptada a condiciones de vida con suelos saturados de agua. Los humedales tienen características intermedias entre ambientes terrestres y acuáticos, presentan una gran diversidad de acuerdo a su origen, localización geográfica, características de suelo, vegetación y fauna asociada. Puede existir una gran variabilidad dentro de un mismo humedal como entre humedales próximos entre sí, formando no solo paisajes distintos sino que ecosistemas diferentes. En el área de estudio están considerados los ecosistemas de humedales ubicados en la parte W y E de la Laguna Aculeo y los asociados a los cauces de los esteros Piche, Carén y Alhué.

4.3.4.2 Usos del agua

a) Uso Agrícola

El principal uso que tienen las aguas superficiales como subterráneas en el área de estudio es el agrícola (ARCADIS-Geotecnia, 2002). En la Tabla 15 se indican las áreas de irrigación y las demandas hídricas de cada una de las subcuencas del área de estudio.

Tabla 15. Area de irrigación y demandas de agua en la zona de estudio.

SUBCUENCA	AREA DE IRRIGACIÓN (HA)			DEMANDA (MMC*)	
	Total	Aguas Superficiales	Aguas Subterráneas	Aguas superficiales	Aguas Subterráneas
Estero Alhué	12.351,2	11.070,8	1.280,4	244,87	14,25
Río Maipo (Melipilla)	31.812,1	28.690,6	3.121,5	762,22	34,75
Estero Yali	2.877,1	488,5	2.388,6	13,81	25,68

*: millones de metros cúbicos

La subcuenca de Melipilla, la cual esta constituida principalmente por el río Maipo en las provincias de Melipilla y Talagante, tiene una demanda 796,97 MMC (millones m³) en riego, con un déficit promedio de 549.590 MMC, lo cual representa un 69% de la demanda total. El área de irrigación es de 31.812,1 ha, las que se dividen en 7.961,3 ha de trigo, 1.123,2 ha de maíz, 5.318,5 ha de hortalizas, 9.546,9 ha de cultivos forrajeros y 7.862,2 ha de frutales. Tiene 17 canales que distribuyen el agua tomando como fuentes de agua el estero Popeta, estero Cholqui, estero Higuera, estero Puangue, río Mapocho y río Maipo.

Con respecto a los canales de regadío existentes en el río Maipo en las provincias de Talagante y Melipilla, el primero de ellos es el canal Lo Higuera el cual extrae aproximadamente 0,12 m³/s. Entre éste y el canal Lonquén-Isla existe un tramo de aproximadamente de 14 km en el cual no se presente ninguna extracción. La zona de Isla de Maipo es regada por el canal Lonquen-Isla junto con el estero El Cancho. A unos 3 km. de la desembocadura del estero Angostura, se encuentra la toma del canal Rosario. Aguas debajo

de este punto, se encuentran las tomas de los canales San Antonio y Naltahua, los cuales se unen y permiten regar la zona de Naltahua. Entre este canal y la desembocadura del río Mapocho no se presentan nuevas extracciones y se encuentran las descargas de los esteros El Gato, Aguas Claras y Gacitúa, los cuales aportan más de 9,0 m³/s al río Maipo. Entre la desembocadura del río Mapocho y Melipilla, se ubican las tomas de los canales San José, Melipillano, Carmen Alto, Huenchun, Pabellón, Cholqui y Culiprán, los que extraen aproximadamente 11,0 m³/s.

El estero Yali tiene una demanda de uso agrícola del agua de 39,49 MMC, con un déficit promedio de 5,746 MMC (14% del total). El área de irrigación es de 2.877,1 ha, las cuales se distribuyen en 88,2 ha en trigo, 197,5 ha de maíz, 171,3 ha de hortalizas, 1,864 ha de cultivos forrajeros y 556,1 ha de frutales. Por último, el estero Alhué posee una demanda de agua para uso agrícola de 259,12 MMC, presentando un déficit promedio de 199,57 MMC, lo cual constituye un 77% del total demandado.

b) Uso agua potable

En la Tabla 16 se entrega un detalle de la demanda de agua potable de las diferentes subcuencas pertenecientes al río Maipo y estero Yali (ARCADIS-Geotecnia, 2002).

Tabla 16. Demanda de agua potable.

SUBCUENCA	Q (MMC*)
Melipilla (Río Maipo)	4,77
Esteros Yali	0,69

*: millones de metros cúbicos

En las Tablas 17 y 18 se entrega el detalle de la cobertura de agua potable y alcantarillado respectivamente, en las diferentes localidades pertenecientes a las Provincias de Talagante y Melipilla, según el Catastro de Coberturas de la Superintendencia de Servicios Sanitarios, estimados para diciembre del año 1999 (ARCADIS Geotecnia, 2002).

Tabla 17. Coberturas de agua potable Comuna de Melipilla.

PROVINCIA	LOCALIDAD	AGUA POTABLE CLIENTES RESIDENCIALES			POBLACIÓN URBANA		COBERTURA (%)
		Directos	Indirectos	Total	Total	Abastecida	
Melipilla	Melipilla	13.425	53	13.478	54.091	54.091	100
	Curacaví	3.176	36	3.212	15.085	15.085	100
	Pomaire	669	27	696	4324	4.324	100

Fuente. ARCADIS-Geotécnica, 2002.

Tabla 18. Coberturas de alcantarillado Comuna de Melipilla.

PROVINCIA	LOCALIDAD	AGUA POTABLE CLIENTES RESIDENCIALES			POBLACIÓN URBANA		COBERTURA (%)
		Directos	Indirectos	Total	Total	Abastecida	
Melipilla	Melipilla	12.227	9	12.236	54.091	49.107	90,8
	Curacaví	2.901	4	2.905	15.085	13.463	90,4
	Pomaire	569	24	593	4.324	3.684	85,2

Fuente. ARCADIS-Geotécnica, 2002.

4.3.5 Series de suelo y capacidad de uso

En el área de estudio, zona de contacto entre el secano interior de la Cordillera de La Costa y la Depresión Intermedia, debido a lo cual los suelos están determinados por el relieve. En los sectores montañosos, con pendientes fuertes, las texturas de los horizontes superiores son livianas a medias con abundancia de gravas y cuarzo. En los sectores de lomas, de pendientes moderadas, los horizontes son más arcillosos, densos y compactos, de color pardo rojizos, intensamente meteorizados, susceptibles de erosión en manto y zanjas.

En los sectores planos, conformados por valles y terrazas fluviales y aluviales, los suelos derivan de granitoides aluviales, con texturas que van de arcillosas a limosas, de color pardo oscuro a negro, profundos y con buena fertilidad. Los suelos del área están descritos con detalle para las zonas de valles y terrazas fluviales; para los sectores de cordones montañosos la descripción es genérica y corresponde a las asociaciones de suelo correspondientes a la Asociación Challay, Asociación Mansel y Asociación La Lajuela. En la Tabla 19 se entrega el listado de las series de suelo identificadas en el área de estudio (Anexo 3; Carta 6, Series de suelo y capacidad de uso).

Tabla 19. Series de suelo identificadas en el área de estudio.

Orden	Sub-grupo	Familia	Serie de suelo	Símbolo	Superficie (ha)
Inceptisol	Calcixerollic xerochrepts	Fine loamy, mixed, calcareous, thermic	Serie Agua del gato	AGD	308,9
Inceptisol	Xeric durandepts	Ashy, thermic	Serie Alhué	AHE	4.469,3
Inceptisol	Typic xerochrepts	Fine loamy, mixed, thermic	Serie Cholqui	CHQ	1.522,5
Mollisol	Entic Haploxerolls	Coarse loamy over sandy skeletal, mixed, thermic	Serie Codigua	CDG	1.288,9
Mollisol	Fluventic Haploxerolls	Loamy skeletal, mixed, thermic	Serie Chiñihue	CHG	268,8
Mollisol	Fluventic Haploxerolls	Fine silty, mixed, thermic	Serie Los Cardenales	CRD	1.213,7
Inceptisol	Typic xerochrepts	Fine loamy, mixed, thermic	Serie Hacienda Alhué	HDL	1.196,5
Entisol	Mollic haplaquents	Fine silty, mixed, thermic	Serie Hospital	HPT	918,8
Inceptisol	Typic xerochrepts	Coarse loamy, mixed, thermic	Serie Las Perdices	LAP	407,9
Alfisol	Ultic haploxeralfs	Fine loamy, mixed, thermic	Serie Lo Vásquez	LVZ	4.262,4
Mollisol	Fluventic Haploxerolls	Coarse loamy over sandy skeletal, mixed, thermic	Serie Isla de Huechún	HCH	229,9
Mollisol	Typic Calcixerolls	Fine silty, mixed, calcareous	Serie La Higuera	HGR	340,4
Inceptisol	Typic xerochrepts	Fine silty over skeletal, mixed, thermic	Serie Linderos	LIN	0,4
Inceptisol	Typic xerochrepts	Fine silty, mixed, thermic	Serie Maipo	MAO	875,6
Inceptisol	Typic xerochrepts	Fine silty, mixed, thermic	Serie Peumo Chico	PCH	1.472,2
Inceptisol	Typic xerochrepts	Fine silty, mixed, thermic	Serie Peumo Lo Chacón	PLC	1.866,0
Inceptisol	Typic xerochrepts	Fine silty, mixed, thermic	Serie Peumo Lo Chacón variante	PLCv	585,8
Alfisol	Ultic haploxeralfs	Fine, mixed, thermic	Serie Piedmont Lo Vásquez	PLV	5.484,5
Mollisol	Pachic haploxerolls	Coarse loamy, mixed, thermic	Serie Popetá	PPT	1.166,2
Entisol	Aquic xerorthents	Coarse loamy, mixed, thermic	Serie Pintué	PNT	4.842,7
Inceptisol	Typic xerochrepts	Coarse loamy, mixed, thermic	Serie Quilamuta	QLM	3.984,4
Inceptisol	Typic xerochrepts	Coarse loamy, mixed, thermic	Serie Quilamuta variante	QLMv	1.031,2

Vertisol	Palexorollic chromoxererts	Fine montmorillonitic, thermic	Rungue	RNG	30,1
Inceptisol	Typic xerochrepts	Coarse loamy over sandy skeletal, mixed, Thermic	Serie Estancilla	STL	3.409,1
			Tranque	TR	130,5
Inceptisol	Vertic xerochrepts	Clayey, mixed, thermic	Serie Tronador	TRO	678,4
Inceptisol	Mollic haplaquepts	Fine silty, mixed, calcareous, thermic	Serie Valdivia de Paine	VAP	414,0
Mollisol	Aquultic haploxerolls	Coarse loamy, mixed, thermic	Serie Viña Vieja	VIV	1.972,6
Inceptisol	Typic xerochrepts	Fine loamy, mixed, thermic	Serie Viluma	VLM	2.108,7

Fuente. Fuente. Cálculo de los autores en base a información digital de ortofotos de series de suelo de CIREN/Corfo y Estudio Agrológico Región Metropolitana Tomos I y II.

Continuación tabla 19. Series de suelo identificadas en el área de estudio.

Orden	Sub-grupo	Familia	Serie de suelo	Símbolo	Superficie (ha)
			Asociaciones de suelo		
Mollisol	Lithic haploxerolls	Fine loamy, mixed, thermic	Asociación Challay	CHL	-
Iceptisol	Typic Xerochepts	Fine loamy, mixed, thermic	Asociación Mansel	MN	-
Alfisol	Ultic Haploxerafls	Fine loamy, mixed, thermic	Asociación Lajuella	LAL	-
			Unidades no diferenciadas		
-	-	-	Piedmont Estratificado	PE	1.851,9
-	-	-	Terrazas aluviales estratificadas 3	TE3	1.321,9
-	-	-	Terrazas aluviales estratificadas 4	TE4	260,3
			Suelos Misceláneos		
-	-	-	Misceláneo Coluvial Escarpe	MCE	2.783,8
-	-	-	Misceláneo Coluvial	MCR	4.303,4
-	-	-	Misceláneo Pantano	MPA	35,1
-	-	-	Misceláneo Terrenos Pedregosos	MTP	181,7
-	-	-	Misceláneo Río	MRI	638,7

Fuente. Fuente. Cálculo de los autores en base a información digital de ortofotos de series de suelo de CIREN/Corfo y Estudio Agrológico Región Metropolitana Tomos I y II.

4.3.5.1 Descripción de las series de suelo

a) Series de suelo

- Agua del Gato (AGD)

Miembro de la Familia franca fina, mixta, térmica de los Petrocalcic Calciaquolls (Mollisoles). Se trata de suelos profundos, con horizonte superficial negro y ricos en materia orgánica. En el área, es un suelo franco arcilloso limoso; de origen lacustre y ligeramente profundos. Ocupan una posición baja, en los sectores depresionales, con topografía plana y pendientes que van de 0% a 1 %. Suelos agrícolas cuya capacidad de uso generalmente varía de III a IV.

Las características del perfil modal de esta serie indican que la profundidad efectiva del suelo varía entre 60 y 120 cm. El horizonte Ap (de 0 a 18 cm) presenta color negro en húmedo, textura franco arcillo limosa a arcillosa; ligeramente plástico y

adhesivo; estructura de bloques angulares finos y medios, moderados; friable a firme. Raíces finas y medias; poros finos y medios comunes.

El horizonte A₁₂ (18 a 29 cm), presenta un color negro en húmedo, por acumulación de materia orgánica; la textura es franco arcillo limosa; ligeramente plástico y adhesivo; friable; estructura de bloques angulares y subangulares medios a finos, moderados a débiles. Raíces finas y medias abundantes; poros finos y medios comunes. El arraigamiento puede ser comun a muy abundante.

El horizonte AC (29 a 38 cm), presenta tonos gris oscuro a pardo grisáceo oscuro en húmedo; textura franco arcillosa que puede variar a arcillo limosa o arcillo arenosa muy fina; estructura de bloques subangulares y angulares finos, moderados. Raíces finas escasas; poros finos y medios abundantes; la reacción al ácido clorhídrico varía de ligera a fuerte en profundidad.

El horizonte II C₁ (38 a 50 cm) presenta tonos pardo grisáceos en húmedo; una textura franco arcillo limosa o arcillo limosa; estructura maciza; con vetas tipo filamento de carbonato de calcio, escasas a comunes; manchas y vetas con apariencia de moteado; Raíces finas escasas.

El horizonte II C_{2Cam} (de 50 a 56 cm) es un horizonte cálcico que se presenta como un petrocálcico típico y en partes como un fragipán; de color pardo grisáceo a pardo en húmedo; con vetas y manchas de color gris oscuro en húmedo y pardo pálido en húmedo; textura probablemente franca; extraordinariamente duro en seco, extraordinariamente firme en húmedo, estructura maciza. No hay raíces; poros medianos escasos.

El horizonte II C_{3ca} (56 a 85 cm y más) presenta variaciones del tono pardo grisáceo en húmedo y 30% de gris oscuro en húmedo; textura que varía de franco arcillo arenosa a franco arenosa; ligeramente plástico y adhesivo, friable; estructura maciza. No hay raíces; poros medios comunes; violenta reacción al ácido clorhídrico. Nivel freático de 80 a 85 cm en invierno, no hay nivel freático en verano.

- **Cholqui (CHQ)**

Miembro de la familia franca fina, mixta, térmica de los Typic Haploxerolls (Mollisoles). Se trata de suelos derivados de sedimentos aluviales profundos, que se presentan ocupando terrazas aluviales antiguas del río Maipo. Presenta un color pardo grisáceo muy oscuro, con textura franco arcillosa limosa, bien estructurado. En el área es posible encontrar en el camino de Melipilla a Cholqui, en el sector Cocalán, en terrazas de topografía plana con pendientes dominantes de 0 a 1%. Suelos altamente agrícolas con capacidad de uso II.

Las características del perfil modal de esta serie indican que la profundidad efectiva del suelo varía entre 70 y 115 cm. El horizonte Ap (0 a 18 cm) presenta un color pardo grisáceo muy oscuro en húmedo; textura de franco a franco arcillosa y la estructura de bloques subangulares puede presentar una mezcla con granular media, moderada. Raíces finas; poros finos abundantes: Límite lineal gradual.

El horizonte B₁ (0-18 cm.) varía en color de pardo rojizo oscuro a pardo grisáceo muy oscuro, ocasionalmente puede ser pardo oscuro, en húmedo; textura puede ser arcillo limosa en menos del 10% de los casos; ligeramente plástico y adhesivo; friable; la proporción de bloques angulares y subangulares medios es variable en cuanto a predominancia de un sitio a otro en los diferentes sectores donde ocurre el suelo; las raíces pueden ser abundantes, especialmente las finas. Límite lineal, claro.

El horizonte B₂₁ (18-32 cm.) varía muy poco en color, predominando el rojo oscuro en húmedo; la textura puede ser franco arcillosa limosa en el 30% de los casos; ligeramente plástico y adhesivo; friable; estructura de bloques angulares y

subangulares medios, moderados; las raíces pueden ser muy abundantes. Límite lineal, claro

El horizonte B₂₂ (32-53 cm.) varía en color de gris rojizo oscuro con manchas de color pardo a rojizo oscuro en húmedo que cubre el 30% de la superficie de lo agregados; plástico y adhesivo; friable; la textura varía de franco arcillosa a franco arcillosa limosa; estructura prismática fina y media, moderada que se rompe en bloques angulares medios, moderados. La cantidad de concreciones es muy variable e incluso se presentan acumulaciones calcáreas en las zonas de contacto con el horizonte inferior. Las raíces son escasas; poros finos comunes. Límite lineal, gradual.

El horizonte B₃ (72-90 cm.) presenta variaciones de color similares al horizonte B₂₂, pero los materiales del suelo son de texturas medias, sólo ocasionalmente son más finos; plástico y adhesivo; friable a firme; estructura maciza. Raíces finas y poros finos escasos. Las concreciones son similares al horizonte superior pero en menor cantidad. Límite lineal, claro.

El horizonte C (90-120 cm y más) presenta corrientemente dos colores, uno en el tono pardo oscuro y el otro en el tono gris rojizo oscuro en húmedo; ligeramente plástico y muy adhesivo; firme; estructura maciza; las texturas son moderadamente finas a medias. Raíces hasta 100 cm.; poros finos comunes o escasos.

- **Codigua (CDG)**

Esta serie pertenece a la familia arenosa esquelética, calcárea, mixta, térmica de los Mollisoles, su origen es aluvial, estratificados, pedregosos, que ocupan la terraza más baja y la planicie de inundación del río Maipo, en los sectores suroccidentales de Melipilla. Suelos de color pardo grisáceo muy oscuro en el horizonte A, textura franco limosa a franco arenosa muy fina, con estructura de bloques subangulares finos. Los suelos de esta serie presentan una capacidad de uso que fluctúa entre II y IV, dependiendo de la susceptibilidad a inundaciones y nivel freático.

Las características del perfil modal indican que la profundidad efectiva del suelo varía entre los 35 cm. a 123 cm. El horizonte A (0-22 cm.) presenta colores pardo grisáceos muy oscuros hasta pardo grisáceo oscuro. En sectores de topografía más baja puede ser negro, asociado a textura franco limosa. En el resto de las áreas predominan las texturas franco arenosas muy finas; estructura de bloques subangulares finos y/o medios, débiles, con un contenido variable de gravas que pueden llegar hasta un 20%.

El horizonte C₁ (22-40 cm.) varía de color pardo grisáceo oscuro a pardo oscuro y la textura es franco arenosa a arenosa con 30% de gravas finas en volumen, no estructurada. Raíces finas, medias y gruesas abundantes; poros medios comunes. Límite lineal abrupto.

El horizonte II C₂ (55-70 cm.) muestra un elevado contenido de gravas, las que fluctúan entre 40 y 70% con una matriz arenosa a franco arenosa; no estructurada. Raíces finas, medias y gruesas abundantes, poros finos y medios comunes.

El horizonte III C₃ (55-70 cm.) presenta las mismas variaciones de color pardo grisáceo muy oscuro, con moteado escaso, grueso, prominente abrupto. El contenido de gravas se reduce entre 10 y 30% y son siempre finas.

El horizonte III C₄ (70-100 cm.) es semejante al anterior, distinguiéndose por una disminución del contenido de gravas. Con raíces finas escasas a los 85 cm y nivel freático a los 105 cm.

El horizonte III C₅ (100-120 cm. y más) es gris muy oscuro, arenosa gruesa con 60% de piedras y gravas. Sin raíces.

- **Chiñihue (CHG)**

Esta serie es un miembro de la familia franca fina sobre arenosa squeletal, mixta, térmica de los Fluventic Haploxerolls (Mollisol). De origen aluvial, moderadamente profundos ocupan terrazas antiguas del río Maipo, o bien terrazas remanentes en las proximidades de Talagante. Color negro en el horizonte A, textura franco a franco arcillosa y estructura de bloques subangulares finos, moderados.

Las características del perfil modal indican que alcanza una profundidad que varía de los 60 a 90 cm. El horizonte Ap (0-14 cm.) es de color negro, textura franco a franco arcillosa y estructura de bloques subangulares finos, moderados. Raíces finas a medias abundantes y muy abundantes; poros finos. Límite lineal gradual.

El horizonte A₁₂ (14-28 cm.) presenta las mismas variaciones que el horizonte superior, con un límite lineal claro.

El horizonte AC (28-45 cm.) varía en color negro a pardo grisáceo muy oscuro, la textura es franca a franco arcillosa con un ligero contenido de gravas finas; bloques subangulares finos, moderados o medios, con raíces abundantes y muy abundantes. Límite lineal, abrupto.

El horizonte II C₁ varía en color de pardo grisáceo muy oscuro a pardo grisáceo oscuro. Textura franca con 50% de gravas finas. Raíces finas escasas, poros finos comunes. Límite lineal, gradual.

El horizonte III C₂ (57-100 cm.) es pardo grisáceo oscuro, variable en cuanto contenido de gravas y piedras fluctuando de 60 a 90% con una matriz franco arenosa, raíces finas hasta los 80 cm.

- **Hacienda Alhue (HDL)**

Esta serie es miembro de la familia franca fina, mixta, térmica de los Inceptisoles, su origen es coluvial, derivados de sedimentos graníticos profundos, que se presentan tanto en la posición de abanicos coluviales como de terrazas aluviales en el sector de Alhue; de colores pardo oscuro y pardo grisáceo muy oscuro; de textura franco arcillo limosa y de color pardo grisáceo oscuro con moteados de intensidad variable; de textura franca en profundidad.

Las características del perfil modal de esta serie indican que la profundidad efectiva del suelo varía entre 95 cm. y más de 140 cm. El horizonte Ap (0-14 cm.) presenta colores variables en el tono pardo grisáceo; textura dominante franca, pero con un 20% de materiales franco arcilloso; ligeramente plástico y adhesivo; friable; siendo la estructura una mezcla de proporciones variables de bloques subangulares finos y

medios, moderados. Raíces finas y medias abundantes; poros finos abundantes.
Límite lineal, abrupto.

El horizonte B₁ (14-29 cm.) presenta colores pardo oscuro y pardo grisáceo muy oscuro; la textura varía de franca a franca limosa; plástico y adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares medios, moderados. Raíces finas abundantes y medias escasas; poros finos y medios abundantes; el contenido de materia orgánica se reduce rápidamente a partir de la superficie y en ella varía entre 3.4% y 1.7%. Límite lineal, abrupto.

Los horizontes cámbricos B₂ y B₃ (29-82 cm.) presentan colores pardo grisáceo muy oscuros que pasan paulatinamente a pardo grisáceo oscuro; son de franca que en profundidad puede variar a franco arcillo arenosa, especialmente en la zona de contacto con el horizonte C.

Los horizontes C₁ y C₂ (82- 137 cm. y más) presenta escasas variaciones; la textura dominante es franca con un contenido variable de casquijos, que puede variar a franco arcillo arenosa, el moteado es variable, fluctuando de ligero a prominente, ocasionalmente se presentan algunas gravas subangulares finas aisladas.

- **Hospital (HPT)**

Esta serie es un miembro de la familia fina, mixta, térmica de los inceptisoles, su origen es aluvial, moderadamente profundos que se presentan en áreas con topografía plana, en llanuras y depresiones del terreno. Su color superficial es negro a grisáceo en profundidad, con texturas franco arcillosa limosa. Se presenta en el límite oriental del área, camino de Champa a Pintué. Es un suelo eminentemente agrícola cuya capacidad de uso varía de II a III.

Las características del perfil modal de esta serie indican que la profundidad efectiva del suelo varía entre 45 y 92 cm. El horizonte A_p (0-16 cm.) es de color negro cuando los suelos son de textura más pesada que franca; en general la textura franco arcillosa se encuentra asociada a colores pardo muy oscuros a pardo grisáceos muy oscuros, ocasionalmente son pardo oscuros. Suelo ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; friable; estructura de bloques de 20 por 20 cm. De altura que se rompen en bloques más pequeños de 8 por 8 cm. De altura, con grietas de separación de 0.5 a 1 cm. Raíces finas abundantes; poros finos abundantes: Límite lineal, claro.

El horizonte A₁₂ (16-32 cm.) varía en color de negro a pardo grisáceo muy oscuro con texturas dominantes franco arcillosa limosa a franco arcillosa; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; friable; estructura maciza. Raíces finas abundantes; poros finos abundantes. Límite lineal, claro.

El horizonte C₁ (32-45 cm) varía en color dentro del tono negro a gris muy oscuro en húmedo con visos negros, variando las texturas de franco arcillo limosa a arcillosa; plástico y adhesivo; friable a firme; estructura maciza. Raíces finas comunes; poros finos comunes a abundantes. Límite lineal, gradual.

El horizonte C₂ (45-55 cm.) varía en color de gris muy oscuro a gris oscuro en húmedo, con moteado común, fino, ligero, abrupto en húmedo; las texturas presentan las mismas variaciones que el horizonte anterior; plástico y adhesivo; firme; estructura maciza. Raíces finas escasas; poros finos comunes. Concreciones subredondeadas escasas. Límite lineal, gradual.

El horizonte C_{3g} (55-70 cm.) es siempre de texturas franco limosa a franco arcillo limosa y colores con el tono gris a gris oscuro con vetas negras ocasionales; este horizonte presenta una amplia gama de moteado, filamentos blancos finos; plástico y adhesivo; firme; estructura maciza. Raíces finas escasas; poros finos comunes y nódulos concrecionales subredondeados de materiales férricos que varían de escasos a comunes. Límite lineal, abrupto.

El horizonte C_{4g} (70-120 cm. y más) presenta una amplia gama de colores donde predominan los grises con moteado común, medio, distinto, abrupto en húmedo, pero incluso pueden llegar a negro cuando se encuentran en suelos enterrados; las texturas son más variables, predominan las moderadamente finas y finas; ligeramente plástico y adhesivo; friable; estructura laminar, fina, moderada, producto de estratificaciones del material: raíces nos e ven, poros finos escasos, medios comunes. No se presentan concreciones.

- **Las Perdices (LAP)**

Es un miembro de la familia franca gruesa, mixta correspondiente a los inceptisoles. Su origen es coluvial, es ligeramente profundo, que se presenta en posiciones de plano inclinado (piedmont), sobreyaciendo a substratos de aluviales de arenas, gravas y piedras. Su color es negro en superficie, de textura franco arenosa, derivando en profundidad a pardo grisáceo y pardo oscuro. En el área tiene una escasa representación, y es posible encontrarlo en el sector occidental del área, camino antiguo de Melipilla a Alhué. Es un suelo eminentemente agrícola cuya capacidad de uso varía de II a III, excepcionalmente IV.

Las características del perfil modal de esta serie indican que la profundidad efectiva del suelo varía entre 65 y 100 cm. El horizonte A_1 (0-16 cm.) varía en color de parado muy oscuro a negro; la textura es franco arenosa en el 80% puede variar a franco arenosa muy fina areno francosa; las estructuras son débiles y de bloques subangulares a angulares finos. Raíces finas y medias muy abundantes; pros finos y medios abundantes: límite lineal, gradual.

El horizonte A_3 (16-40 cm.) es siempre de color negro y de textura franco arenosa; no plástico y ligeramente adhesivo; friable; variando las estructuras dentro de límites muy estrechos. Raíces finas abundantes; poros finos y medios abundantes. Límite lineal, gradual.

El horizonte C_1 (40-57 cm.) es de tono pardo grisáceo muy oscuro en húmedo; la textura franco arenosa con un contenido de casquijos que fluctúan entre 20 y 40%, ocasionalmente no presenta estructura; no plástico y ligeramente adhesivo; friable: Límite lineal, claro.

El horizonte C_2 (57- 74 cm.) es de tono pardo grisáceo oscuro en húmedo; la textura franco arenosa con contenido de casquijos fluctúa de 20% a 50% y más, el contenido de gravas finas puede llegar a ser común; no plástico y no adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares gruesos, débiles. Raíces finas escasas; poros finos y medios abundantes. Límite lineal, abrupto.

El horizonte II C₃ (74-90 cm. y más) es de color pardo oscuro en húmedo. Sustrato aluvial constituido de gravas y piedras con matriz areno francosa. Raíces escasas de 95 a 100cm.

- **Serie Lo Vasquez (LVZ)**

Miembro de los suelos Anfisoles. Se describe como un suelo franco arcilloso-arenoso, moderadamente profundo a profundo que ha derivado de rocas graníticas por procesos aluviales y coluviales, situado en laderas con pendientes que varían entre 20 y 50%. Presenta una alta distribución en toda el área de estudio, vinculado a los valles y fondos de valles de la Cordillera de la Costa. Su capacidad de uso es variable, dependiendo de su posición topográfica, desde clase III con limitaciones por erosión, a clase VI y VII.

Las características del perfil modal de esta serie indican que la profundidad efectiva del suelo varía entre 50 y 120 cm. El horizonte A₁ (0-18 cm.) presenta colores pardo muy oscuros, especialmente donde se ha producido acumulación de materiales antiguos; la textura fluctúa entre franco arcillosa y franco arenosa; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares y angulares finos, moderados. Casquijos de cuarzo escasos. Límite ondulado, claro.

El horizonte B₂₁ (18-32 cm.) es siempre de color pardo rojizo; la textura puede ser arcillo arenosa fina o muy fina, especialmente cuando no hay casquijos; plástico y adhesivo; estructura de bloques angulares medios, fuertes. Raíces finas abundantes; poros finos y medios abundantes. Casquijos de cuarzo escasos. Límite lineal, gradual.

El horizonte B₂₂₁ (32-43 cm.) es de color pardo rojizo oscuro en húmedo, la textura puede ser arcillo arenosa fina; plástico y adhesivo; friable; estructura prismática fina o media, moderada, que se rompe en las estructuras que muestran los suelos en invierno, bloques angulares o subangulares medios, fuertes. Raíces finas abundantes; poros finos abundantes. Cutanes de arcilla delgados, discontinuos. Casquijos de cuarzo comunes. Límite lineal gradual.

El horizonte B₂₃₁ (43-57 cm.) es de color pardo rojizo en húmedo; textura puede ser arcillo arenosa fina si el contenido de casquijos es reducido; plástico y adhesivo; friable; estructura prismática fina, moderada si el suelo se encuentra seco, en húmedo no hay estructuras. Raíces finas abundantes; poros finos continuos. Casquijos de cuarzo abundantes. Límite ondulado gradual.

El horizonte B₃ (57-78 cm.) presenta variaciones principalmente de color dependiendo del grado y forma en que se altere la roca granítica, estas variaciones puede ser desde color pardo rojizo a rojo amarillento en húmedo; la textura es arcillosa; plástico y adhesivo; estructura maciza. Raíces finas abundantes y algunas raíces medias; poros finos comunes. No hay cutanes observables. Casquijos de cuarzo, abundantes. Límite ondulado, gradual.

El horizonte C₁ (78-115 cm.) es de color pardo oscuro en húmedo; textura arcillo arenosa con casquijos de cuarzo muy abundantes. Raíces finas escasas y algunas raíces medias; poros finos y medios comunes. Límite ondulado, gradual.

El horizonte R (115 cm. y más) de este grupo es una roca granítica en diversos estados de meteorización.

- **Los Cardenales (CRD)**

La serie es un miembro de la familia limosa fina, mixta, térmica de los fluventic haloxerolls (Mollisol). De origen aluvio coluvial, profundos, en posición de plano ligeramente inclinado (piedmont), que descansa sobre un substrato de gravas, piedras y matriz franco arcillosa por debajo de los 150 cm. Las clases de capacidad de uso varían de II a IV.

El perfil modal indica una profundidad efectiva del suelo que varía de 50 a 120 cm. y más, con drenaje bueno a moderadamente bueno. El horizonte A (0-26 cm) es de color pardo muy oscuro, con una coloración pardo rojiza oscura accesoria; textura franca pasa a franco arcillo limosa y estructura de bloques, finos, moderados, en mezcla angulares o subangulares. Arraigamiento y porosidad muy bueno.

El horizonte B (26-51 cm.) es de color pardo muy oscuro con 20 a 35% de pardo rojizo oscuro, creciente en profundidad; textura franca a franco limosa; estructura de bloques angulares y subangulares finos o medios, moderados; las raíces son abundantes y muy abundantes.

El horizonte C₁ (51-90 cm.) es de color pardo muy oscuro a pardo oscuro, con textura franco limosa a franco arcillo limosa. Raíces finas, medias y gruesas abundantes. Límite lineal claro.

El horizonte II C₂ (90-120 cm. y más) es de tono pardo grisáceo muy oscuro; textura franco arcillo limosa; estructura maciza y raíces finas y medias abundantes. Gravitas finas subangulares 5 a 10% en volumen.

- **Isla de Huechún (HCH)**

Esta serie es un miembro de la familia franca gruesa, calcárea, mixta, térmica de los Fluventic Haploxerolls (Mollisol). De origen aluvial, estratificados que ocupan terrazas bajas y planicies de inundación del río Maipo, en Melipilla e Isla de Maipo. Suelos de color pardo oscuro, textura areno francosa fina y una débil estructura de bloques subangulares finos; en profundidad la textura varía a arenosas finas con gravitas aisladas y estructura maciza, con buen arraigamiento en todo el perfil. La capacidad de uso es III y IV dependiendo de las condiciones del drenaje.

Las características del perfil modal indican que la profundidad efectiva del suelo varía entre 60 y 130 cm. El horizonte A₁ (0-19 cm.) es pardo oscuro, areno francosa fina, con estructura de bloques subangulares finos, débiles. Raíces finas abundantes y límite lineal claro.

El horizonte A₃ (19-40 cm.) es pardo oscuro, textura areno francosa fina, con estructura de bloques subangulares finos, débiles. Raíces finas abundantes y límite lineal abrupto.

El horizonte C₁ (40-77 cm.) es pardo oscuro, textura arenosa fina, suelto, estructura de grano simple. Raíces finas abundantes y límite lineal abrupto.

El horizonte C₃ (105-120 cm.) es gris oscuro a pardo grisáceo oscuro, con moteado común, medio, prominente, abrupto. Textura arenosa, suelto, estructura de grano simple. Raíces finas comunes, gravas finas aisladas y límite lineal claro. Posterior a este horizonte el suelo descansa en un substrato aluvial de gravas, piedras con matriz arenosa.

- **La Higuera (HGR)**

Suelo perteneciente a la familia limosa fina, mixta, térmica de los Typic Calcixerolls de los Mollisoles. Son suelos profundos, derivados de sedimentos aluviales mezclados, depositados en aguas tranquilas, que se presentan ocupando terrazas intermedias del río Maipo, a este de Melipilla. De escasa o ninguna evolución, su textura es franco arcillo limoso de color negro en superficie y gris muy oscuro en profundidad. La capacidad de uso varía de I a III, siendo suelos eminentemente agrícolas.

Las características del pedón indican una profundidad efectiva entre 120 y 135 cm y más. El Horizonte Ap (0-17 cm) varía en color negro y pardo muy oscuro, textura franco arcillo arenosa muy fina o franco arcillo limosa; bien estructurado, de bloques medios que se rompen en bloques finos, débiles y granular fina, débil a moderada; el arraigamiento es bueno a común.

El horizonte A₁₂ (17-39 cm.), es de color gris muy oscuro; textura franco arcillo arenosa muy fina a franco arcillo limosa, excepcionalmente franca. Estructuras bien desarrolladas con bloques subangulares medios que se rompen en una proporción variable de granular fina, moderada y bloques finos, débiles. El arraigamiento es abundante a muy abundante.

El horizonte AC (39-68 cm.) es gris muy oscuro, textura franco arcillo limosa, con estructura de bloques subangulares finos, débiles. Raíces finas y medias abundantes y algunas raíces gruesas.

El horizonte C₁ (68-90 cm.) es gris muy oscuro, con textura franco arenosa a arcillo limosa; estructura maciza, con raíces finas escasas y poros finos comunes.

El horizonte C₂ (90-120 cm. y más) es pardo grisáceo muy oscuro a pardo rojizo oscuro; textura franco limosa a franco arcillo limosa; de estructura maciza y raíces finas escasas.

- **Linderos (LIN)**

La Serie Linderos es un miembro de la familia limosa fina sobre franca esqueletal, mixta térmica de los Typic Xerochrepts de los Inceptisoles. Suelos de origen aluvial, moderadamente profundos, en posición de abanico aluvial. La capacidad de uso del suelo va de II a IV, de acuerdo a las condiciones de drenaje y pedregosidad.

Las características del pedón indican una profundidad efectiva del suelo que varía de 20 a 75 cm., sobre un substrato aluvial constituido por piedras de hasta 25 cm de diámetro, con material intersticial de textura franco arenosa. El horizonte Ap (0-15 cm.) es pardo oscuro, de textura franca a franco arenosa, de estructura maciza a bloques subangulares medios, débiles.

El horizonte B₁ (15 a 40 cm.) es pardo oscuro; textura franca; con estructura de bloques subangulares medios, moderados. Raíces finas y medias abundantes, poros finos y medios abundantes.

Los horizontes B₂₁ (40-56 cm.) y B₂₂ (56-76 cm) han desarrollado estructura de bloques subangulares medios, moderados; de colores pardo oscuro a pardo amarillento oscuro, y texturas franco limosa a franca, con piedras y gravas escasas a comunes.

El horizonte C (76-90 cm. y más) está constituido por un substrato aluvial, con piedras redondeadas y aplanadas de hasta 25 cm. de diámetro en una matriz de textura arenosa a franco arenosa.

- **Maipo (MAO)**

La serie Maipo es un miembro de la familia franca mixta, de los Mollisoles. Su origen es aluvial, y se presenta en topografía plana asociado en el área, a la llanura del Río Angostura. Su color es pardo oscuro en superficie de textura franca bien estructurada, en profundidad varía a textura franca y estructurada en bloques angulares, descansando sobre un substrato constituido por gravas y piedras. Su capacidad de uso agrícola es notable, variando de I a II.

El suelo es de buen drenaje y sólo ocasionalmente se presentan sectores de drenaje moderado: En la parte sur de la comuna de Buin y en las comunas de Paine y Hospital, los suelos de esta serie pueden descansar sobre un substrato franco arcillo limoso, correspondiendo a materiales de las series Valdivia de Paine y Hospital.

Las características del perfil modal de esta serie indican que la profundidad efectiva del suelo varía entre 60 a 150 cm. y más. El horizonte Ap (0-16 cm.) es de color pardo muy oscuro; textura franca; no plástico y ligeramente adhesivo; estructura de bloques subangulares finos, débiles con 15% de granular media, débil. Raíces finas y medias comunes. Límite lineal, claro.

El horizonte A₁₂ (16-33 cm.) presenta colores que van del pardo muy oscuro a pardo claro; textura franca a franca arenosa fina o muy fina; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; duro; friable; estructura de bloques subangulares medios, moderados. Raíces finas y medias abundantes; poros finos abundantes y medios comunes. Límite lineal, claro.

El horizonte cámbrico B₁ (33-50 cm.) varía en color de pardo muy oscuro a pardo oscuro; textura franco arcillosa; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; duro; friable; estructura de bloques subangulares medios, moderados. Raíces finas y medias abundantes, poros finos abundantes y medios comunes. Casquijos y gravas angulares. Límite lineal, claro.

El horizonte cámbrico B₂ (50-74 cm.) es de color pardo oscuro; textura franco arcillosa; ligeramente plástico y adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares medios, débiles: Raíces finas y medias abundante; poros finos abundantes y medios comunes. Casquijos y gravas finas angulares comunes. Límite lineal, claro.

El horizonte C₁ (74-92 cm.) es de color pardo oscuro; textura franco arcillosa; ligeramente plástico y adhesivo; duro; friable; estructura de bloques subangulares medios, débiles; raíces finas abundantes y algunas raíces medias; poros finos abundantes. Gravas frescas muy finas, comunes y algunas gravas meteorizadas aisladas. Límite lineal, gradual.

El horizonte C₂ (92-125 cm. y más) es de color pardo oscuro; textura franco limosa a franco arcillosa; plástico y adhesivo; duro; friable; estructura maciza. Raíces finas comunes y algunas raíces medias; poros finos comunes a abundantes. Gravitas finas y medias comunes, algunas gravitas meteorizadas.

Desde 170 cm. se caracteriza por un sustrato aluvial de gravitas, piedras y matriz franco arenoso, materiales sueltos. Las raíces penetran con facilidad.

- **Peumo Chico (PCH)**

Pertenece a la familia Mollisol, franca gruesa, mixta. Son suelos de origen aluvial, profundos y estratificados, que se presentan ocupando la posición de abanicos coluviales en la Cordillera de la Costa, asociados a la Serie Lo Vásquez. Su color es pardo oscuro, variando a pardo amarillento en profundidad, con alto contenido de cuarzo, sin abandonar la textura franca. En el área se encuentra distribuido en el límite occidental, en los valles del estero Popetá y Alhué, en terrazas con pendientes de hasta 8%. Su capacidad de uso es agrícola y frutal, variando de clase II a la IV.

Las características del perfil modal de esta serie indican que la profundidad efectiva del suelo varía entre 70 y 105 cm. y más. El horizonte Ap (0-13 cm.) es de color pardo oscuro; textura arcillo limosa prácticamente sin casquillos; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; estructuras de bloques subangulares finos y medios, débiles;. Raíces finas y medias muy abundantes; poros finos abundantes. Límite lineal, claro.

El horizonte A₃ (13-35 cm.) es de color pardo oscuro; la textura varía de franca a franco arcillo arenosa con un contenido de casquijos que fluctúa entre 5 y 15%; se pueden presentar moteados abundantes, gruesos, prominentes, abruptos en las zonas de quiebres de pendientes o en sectores localmente deprimidos; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; estructuras de bloques subangulares medios, débiles;. Raíces finas abundantes y medias escasas; poros finos abundantes. Límite lineal, gradual.

El horizonte AC (35-60 cm.) es de color pardo oscuro; la textura franco arcillo arenosa va acompañada de un 15 a 20% de casquijos; en los sectores bajos predomina una textura franco arcillo arenosa que suele presentar moteados finos, escasos y ligeros, abruptos; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; friable; estructuras maciza. Raíces finas abundantes y medias escasas; poros finos comunes. Límite lineal, gradual.

El horizonte C₁ (60-84 cm.) es de color pardo oscuro; la textura franco arcillosa o franco arcillo arenosa tiene un contenido de casquijos de 30^a 45% en sectores bajos, la textura es siempre más pesada y se presentan algunas gravitas finas angulares, donde predominan de cuarzo; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; friable a firme; estructuras maciza. Raíces finas escasas; poros finos comunes. Límite lineal, claro.

El horizonte C₂ (84-125 cm. y más) es variable, el color fluctúa en los tonos pardo amarillentos; la matriz es franco arcillosa, pero puede llegar hasta arcilla y en este caso las raíces han desaparecido entre 70 y 85 cm.; el contenido de casquijos es

variable, fluctúa entre 45 y 60%, a veces acompañado de gravas aisladas; plástico adhesivo; firme; estructura maciza.

- **Peumo Lo Chacón (PLC) y variante calcárea (PLCv)**

Son suelos pertenecientes a la familia de los Mollisoles, limosa fina y mixta. Su origen es aluvial, con fuerte componente granítico, de color pardo muy oscuro en superficie variando a gris oscuro en profundidad. Se presentan en sectores planos con pendientes convexas de 1 a 2%, en las depresiones de los esteros Yali y Popetá, en el límite occidental del área de estudio. Su capacidad de uso es agrícola prácticamente sin limitaciones variando de Clase II a III.

Las características del perfil modal de esta serie indican que la profundidad efectiva del suelo varía entre 80 y 130 cm. Existen sectores donde la parte inferior del pedón presenta una reacción moderada con el ácido clorhídrico, producto de una acumulación de carbonato de calcio. Estos suelos se han reconocido a nivel de variante de la serie y presentan carbonatos desde los 50 cm., aunque se hace más evidente entre los 70 y 90 cm. Cuando la estrata calcárea es más suelta las raíces penetran hasta los 115 a 125 cm.

El depósito superficial C₁ (0-12 cm.) es de color pardo muy oscuro a pardo grisáceo muy oscuro en húmedo; de textura franca a franco limosa; no plástico y ligeramente adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares con una mezcla de 0 a 40% de granular fina, débil a moderada y de buen arraigamiento. Raíces finas abundantes, algunas raíces medias; poros finos abundantes. Límite lineal, abrupto.

El segundo depósito C₂ (12-26 cm.) varía en color de grisáceo oscuro a pardo oscuro en húmedo; textura franco limosa a franco arcillo limosa; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares medios, fuertes. Raíces finas escasas; poros finos abundantes, vesiculares interconectados. Límite lineal, claro.

El horizonte A₁ (26-38 cm.) presenta colores pardo muy oscuro y ellos fluctúan hasta gris muy oscuro, variando la textura de franco limosa a franca, cuando existe un depósito superficial; ligeramente plástico y adhesivo; friable; estructura es de bloques subangulares finos, moderados y el arraigamiento es bueno aunque las raíces predominantes son finas.. Límite lineal, claro.

El horizonte B₁ (38-67 cm.) muestra variaciones de color semejantes al horizonte B₂; la textura dominante es franco arcillo limosa con un ligero contenido de casquijos de cuarzo; plástico y adhesivo; la porosidad puede ser común o abundante, pero los poros son siempre finos; ocasionalmente hay una estructura de bloques subangulares medios, moderados a fuertes. Límite lineal, gradual.

El horizonte B₃ (88-110 cm.) es de color gris oscuro, predominando en los sectores de topografía ligeramente deprimida, generalmente asociado con un moteado escaso, fino, ligero, abrupto; textura franco arcillosa con 5% de casquijos de cuarzo; plástico y adhesivo; firme; estructura maciza. Raíces finas escasas; poros medios comunes: Límite lineal, gradual.

El horizonte C (110-125 cm. y más) presenta escasas variaciones de color, la textura puede ser franco arcillosa o franco arcillo limosa con un contenido variable de casquijos de cuarzo, el arraigamiento puede desaparecer antes de los 110 cm.

especialmente asociados a problemas de humedad más evidentes, como ser moteados y presencia de niveles freáticos ocasionales.

- **Serie Pintué (PNT)**

Pertenciente a los suelos Mollisoles. Es profundo y de color pardo oscuro en el horizonte A, excepcionalmente negro, rico en materia orgánica, su textura es franco arenosa y estructura en bloques subangulares finos y débiles. Presentan una textura franco arcillosa, de baja permeabilidad y moderada resistencia a la erosión hídrica. En el área es de origen granitoide, formado en procesos aluviales y coluviales y dispuesto en el contacto entre los valles y cerros. Se presentan, generalmente, en terrenos con pendientes que van de 1% a 10% y, excepcionalmente, en pendientes de 10% a 20% asociados a pedregosidad.

Las características del perfil modal de esta serie indican que la profundidad efectiva del suelo varía entre 38 y 77 cm. dependiendo de las condiciones de drenaje.

El drenaje del suelo fluctúa entre excesivo y moderado. La topografía presenta microrelieve en la mitad de los suelos, especialmente aquellos con menor pendiente. En los piedmont las pendientes son simples y las gradientes son inferiores a 8%, salvo en el caso de piedmont alto en que fluctúan entre 10 y 20%, asociados a una pedregosidad moderada.

El horizonte Ap (0-20 cm) es de color pardo oscuro; textura es franco arenosa que varía a franco arenosa muy fina con un contenido de casquijos de escasos a comunes; no plástico y no adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares finos, débiles. Raíces finas comunes; poros finos y medios vesiculares, abundantes. Gravitas finas subangulares aisladas. Límite lineal, claro.

El horizonte A₁₂ (20-36 cm.) es de color pardo grisáceo oscuro, con visos pardo rojizos oscuros en húmedo; textura franco arenosa a arena francosa y un contenido de gravitas angulares escasas a comunes; no plástico y no adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares finos y medios, débiles. Raíces finas comunes; poros comunes y medios abundantes. Gravitas finas subangulares escasas. Límite lineal, abrupto.

El horizonte C₁ (36-55 cm.) es de color pardo oscuro; textura varía de arenosa a franco arenosa; los moteados ferruginosos varían en tamaño y forma de ocurrencia dependiendo de la permeabilidad del horizonte subyacente; el arraigamiento fluctúa de escaso a común; no plástico y no adhesivo; suelto; estructura de grano simple. Raíces finas escasas; poros medios comunes. Gravitas medias y gruesas dispuestas en forma irregular. Límite lineal, abrupto.

El horizonte C₂ (5-80 cm.) es de color pardo grisáceo oscuro, la textura varía de arena francosa fina a arena fina, los moteados ferruginosos son muy variables en cuanto a tamaño y forma de ocurrencia; las raíces son escasas o no están presentes no plástico y no adhesivo; friable; sin estructura. Límite lineal, abrupto

El horizonte C₃ (80-110 cm.) presenta variaciones de color similares al horizonte superior; el moteado es más marcado y los colores son más rojizos amarillentos; la textura es arena francosa a franco arenosa, pero el tamaño puede ser medio a fino; no plástico y no adhesivo; suelto; estructura de grano simple. Raíces finas no hay; poros medios comunes. Límite lineal, abrupto.

El horizonte II C₄ (110-120 cm. y más) es el más denso de todo el pedón y controla el movimiento del agua; es de color pardo oscuro en húmedo; de textura franco arenosa fina a franco arcillo arenosa fina; no plástico y ligeramente adhesivo; friable; estructura maciza y sin moteados. No hay raíces.

- **Quilamuta (QLM)**

Es un miembro de la familia franca gruesa, mixta, térmica de los Inceptisoles, de origen aluvial, estratificados, profundos que se presentan ocupando tanto abanicos aluviales como terrazas, en el sector de Alhué; de colores pardo oscuro que se transforman en pardo grisáceo oscuro, las texturas son franco arenosas finas o muy finas, descansando sobre arenas con gravas finas a la profundidad indicada en el perfil. Los suelos se encuentran débilmente estructurados y no muestran restricciones para el arraigamiento; el material de origen es granítico. El drenaje del suelo es bueno y la permeabilidad es rápida. La capacidad de uso de estos suelos varía de II a V, dependiendo de la textura y drenaje.

Las características del perfil modal de esta serie indican que la profundidad efectiva del suelo varía entre 70 y 120 cm. Sólo por excepción existen sectores de 50 cm de espesor. El drenaje varía de bueno a imperfecto, predominando este último en la Variante con substrato de texturas medias estratificadas.

El horizonte Ap (0-19 cm) presenta colores pardo oscuro en húmedo, con 25% de pardo grisáceo muy oscuro en húmedo; la textura varía de franco arenosa muy fina a franco limosa; no plástico y ligeramente adhesivo; muy friable en húmedo; estructura de bloques subangulares finos, débiles, se encuentran acompañados de un 30 a un 50% de granular fina débil, asociada a valores y cromas más bajos. El contenido de la materia orgánica este horizonte es bajo y se reduce rápidamente en profundidad, fluctúa entre 0,9% y 0,2%. Raíces finas y medias abundantes; poros finos abundantes. Límite lineal, gradual.

El horizonte A₃ (19-35 cm) es siempre pardo oscuro en húmedo, textura que varía de franco arenosa fina a franco arenosa fina; no plástico y no adhesivo; muy friable en húmedo; estructura de bloques subangulares finos, débiles. Raíces finas y medias abundantes; poros abundantes, vesiculares. Límite lineal abrupto.

El horizonte C₁ (35-57 cm.) es siempre pardo oscuro en húmedo; la textura varía de franco arenosa fina a franco arenosa fina; no plástico y no adhesivo; suelto; estructura de bloques subangulares finos, débiles. Raíces finas y medias abundantes; poros finos y medios abundantes. Gravas muy finas aisladas. Límite lineal abrupto.

El horizonte C₂ (57-87 cm.) es de color pardo oscuro a pardo grisáceo ambos en húmedo; presenta predominantemente textura franco arenosa fina que puede llegar hasta franco arenosa gruesa, y alcanza a los 110 cm como máximo. No plástico y no adhesivo; muy friable en húmedo; estructura de bloques subangulares finos, débiles. Raíces finas abundantes; poros finos abundantes. Límite lineal abrupto.

El horizonte II C₃ (87-113 cm.) y III C₄ (113-145) presenta escasas variaciones, ocasionalmente los materiales arenosos pueden presentar una ligera compactación y muestran un moteado ferruginoso en profundidad, en este caso desaparecen completamente en la parte inferior del horizonte C₂. En general, el arraigamiento es bueno hasta más de un metro.

- **Popetá (PPT)**

Son suelos de origen aluvial, estratificados, profundos, que se presentan ocupando las terrazas aluviales del estero Popetá. Pertenece a la familia de los Mollisoles, franca gruesa, mixta. Su color es pardo oscuro, de textura franco arenosa muy fina. En el área se encuentra a ambos lados del estero Popetá, en el camino antiguo de Melipilla a Alhué, en terrazas con pendientes de 0 a 1%. Su capacidad de uso corresponde a la clase II, eminentemente agrícola.

Las características del perfil modal de esta serie indican que la profundidad efectiva del suelo varía entre 90 y 140 cm. El horizonte Ap (0-14 cm.) varía en colores de pardo oscuro a pardo grisáceo muy oscuro; la textura franca varía hasta franca arenosa muy fina; no plástico y ligeramente adhesivo; muy friable; la estructura es de bloques subangulares débiles a moderados. Raíces finas muy abundantes; poros finos abundantes. Límite lineal, claro.

El horizonte A₁₂ (14-53 cm.) es de color pardo oscuro; la textura dominante es franca a franco arcillo arenosa muy fina, proporciones similares; no plástico y ligeramente adhesivo; friable; la estructura es de bloques subangulares finos y medios débiles. Raíces finas escasas y algunas raíces gruesas; poros finos abundantes. Límite lineal, abrupto.

El horizonte A₃ (53-67 cm.) es de color pardo oscuro; la textura varía de franco arenosa a franco arcillo arenosa fina; no plástico y ligeramente adhesivo; muy friable; la estructura es de bloques subangulares medios y finos débiles. Raíces comunes y gruesas escasas; poros finos y medios abundantes, vesiculares. Límite lineal, abrupto.

El horizonte C₁ (67-80 cm.) es de color pardo oscuro; textura fluctúa de franco arenosa fina a franco a franco arenosa fina o franca; no plástico y no adhesivo; suelto; estructura de grano simple. Raíces escasas; poros finos abundantes. Límite lineal, abrupto.

El horizonte II C₂ se diferencia del anterior en ser más arenoso y mostrar moteados que varían en intensidad y frecuencia de sector en sector.

El horizonte III C₃ (100-120 cm.) es de color pardo oscuro en húmedo; la textura varía de franco arenosa muy fina a franco arcillo arenosa muy fina; no plástico y ligeramente adhesivo; muy friable; la estructura es de bloques subangulares medios y finos débiles. Vetas que tiene la apariencia de un moteado escaso, medio o grueso, prominente, abrupto. Límite lineal, abrupto.

El horizonte III C₄ (120-140 cm. y más) varía de color pardo grisáceo oscuro a pardo oscuro; el material concrecionado falta e el 50% de los suelos, especialmente en los

de mejor drenaje; la textura puede ser franco arenosa, franca o franco limosa; ligeramente plástico y adhesivo; friable; estructura maciza. Raíces finas escasa; poros finos escasos a comunes.

- **Estancilla (STL)**

Es un suelo miembro de la familia franca gruesa sobre arenosa esquelética mixta, térmica de los Typic Xerochrepts (Inceptisol). Son suelos de origen aluvial, estratificados, cuyos materiales originales son principalmente graníticos; ligeramente profundos que se presentan ocupando la posición de abanicos aluviales y terrazas aluviales en sectores de la Cordillera de la Costa, principalmente en valles interiores y cuencas cerradas. De color pardo amarillento oscuro, textura franco arenosa que en profundidad se transforma en arena francosa y finalmente arena, débilmente estructurado en los primeros 50 cm., donde predominan los bloques subangulares débiles, reduciéndose el tamaño de gruesos a finos de acuerdo a la profundidad.

Las características del perfil modal de esta serie indican que la profundidad efectiva del suelo varía entre 50 y 85 cm. El horizonte Ap (0-22 cm) es de color pardo amarillento oscuro en húmedo; textura franco arenosa; estructura de bloques subangulares finos, moderados a débiles; cuando predominan las texturas franco arenosas finas los bloques son gruesos, débiles y el espesor del horizonte varía de 13 a 15 cm; arraigamiento escaso a común.

El horizonte C₁ (22-31 cm) varía en el color de pardo grisáceo muy oscuro a pardo amarillento oscuro; textura arena francosa a franco arenosa, estructura de bloques subangulares finos, moderados a débiles y raíces escasas a comunes, ocasionalmente hay gravas finas aisladas.

El horizonte C₂ (31-57 cm) puede presentar una amplia gama de colores en el tono pardo amarillento oscuro en húmedo; textura arenosa a arena francosa, con estructura muy débil que desaparece con el aumento del contenido de arenas.

El horizonte C₃ ((57-85 cm) varía en color por el elevado contenido de arenas y el tipo de ellas, en el tono pardo grisáceo oscuro y pardo; el contenido de gravas finas varía de 15 a 40%; las raíces desaparecen en la mayoría de los casos a los 60 cm.; en un 20% de los casos alcanza hasta los 65 a 85 cm.

- **Tronador (TRO)**

Es un suelo miembro de la familia fina, mixta de los Mollisoles. De origen lacustre, se encuentra ocupando las pendientes plano cóncavas de la cuenca del Yali. Es un suelo negro en superficie, a pardo oscuro en profundidad, de drenaje moderado. Presenta una capacidad de uso agrícola de clase III.

Las características del perfil modal de esta serie indican que la profundidad efectiva del suelo varía entre 80 y 145 cm. El horizonte Ap (0-14 cm.) presenta colores negros y ocasionalmente el color es pardo grisáceo muy oscuro; la textura es arcillosa o arcillo limosa; plástico y muy adhesivo; friable; la estructura no presenta variaciones. Raíces finas y medias abundantes; poros finos comunes. Límite lineal, claro.

El horizonte A₃ (14-26 cm.) es de color negro; textura es arcillosa o arcillo limosa; ; plástico y muy adhesivo; friable; parte de la macro estructura superior, la microestructura es de bloques angulares firmes, moderados a fuertes. Raíces finas y medias abundantes; poros finos comunes. Límite lineal, claro.

El horizonte B₁ (26-54 cm) es de color negro, cuando el suelo intergrada hacia la Serie Peumo Lo Chacón, es frecuente encontrar como color dominante un gris oscuro; la textura es arcillosa a arcillo limosa; el contenido de fragmentos de rocas, donde predomina el cuarzo, es muy variable, estos fragmentos son pequeños del tamaño de gravas muy finas o casquijos; plástico y muy adhesivo; firme; estructura de bloques angulares medios, moderados a fuertes. Raíces finas abundantes y algunas raíces medias; poros finos comunes. Límite ondulado, gradual.

El horizonte B₂ (54-86 cm.) presenta variaciones de color en la tonalidad negra; la textura dominante es arcillosa y se encuentra acompañada de fragmentos de gravas descompuestas; la estructura puede ocasionalmente ser de bloques angulares finos y medios, fuertes; plástico y muy adhesivo; muy firme; estructura maciza. Raíces finas escasas; poros finos comunes. Límite ondulado, gradual.

El horizonte II C (86-120 cm. y más) presenta variaciones fuerte de color producto del contenido variable de carbonato de calcio que muestran las arcillas, el color más frecuente es el pardo; la textura es arcillo arenosa muy fina o arcillo limosa con un contenido variable de casquijos; plástico y adhesivo; estructura maciza. Raíces escasas; poros finos comunes. Fuerte reacción al ácido clorhídrico.

- **Valdivia de Paine (VAP)**

Esta serie de suelo pertenece a la familia Mollisol, limosa fina. Su origen es aluvial, que ocupa una topografía plana a plano cóncava con ligero microrelieve, drenaje imperfecto y sujeto a inundaciones estacionales. Su color es negro a pardo grisáceo muy oscuro en profundidad, de textura franco limosa. En el área se presenta al oriente de Laguna de Aculeo en la comuna de Paine. Su capacidad de uso está limitada por el escaso drenaje y la humedad, variando de clase III a IV.

Las características del perfil modal de esta serie indican que la profundidad efectiva del suelo varía entre 50y 90 cm.

La topografía es plana cono microrelieve ligero, existiendo pequeños sectores con moderadas disecciones producto de antiguos cursos de agua. El drenaje varía de moderado a pobre, siendo el drenaje imperfecto el predominante, existen inundaciones temporales que limitan aún más el uso del suelo.

El horizonte Ap (0-20 cm.) varía de color negro a gris muy oscuro, ocasionalmente integrando hacia pardo rojizo oscuro; la textura es franco limosa predominantemente puede variar a franco arcillo limosa, presentándose asociada a una estructura laminar media; ligeramente plástico y adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares medios, moderados. Raíces finas y medias abundantes; poros finos y medios abundantes. Límite lineal, claro.

El horizonte B (20-38 cm.) varía en color de negro a pardo grisáceo oscuro; la textura de franco limosa a franco arcillo limosa; ligeramente plástico y adhesivo; firme y la estructura es de bloques subangulares o angulares medios, moderados. Corrientemente en la parte inferior del horizonte se presenta una delgada banda arenosa de 0.5 a 2 cm., completamente moteada transformando los límites de los horizontes en lineales , abruptos. . Raíces finas y medias comunes a abundantes; poros finos y medios comunes. Límite lineal, claro.

El horizonte II C_{1ca} (38-47 cm.) es de color gris muy oscuro a gris; aunque este fenómeno no puede conceptuarse por sí mismo como un proceso de geización, los materiales se encuentran fuertemente moteados y la estructura varía de franco limosa a franco arcillo limosa, predominando las texturas francas. Suelo ligeramente plástico y adhesivo; firme y la estructura maciza. Raíces finas comunes; poros finos comunes. Oxidaciones y moteados en canales de raíces de color pardo rojizo oscuro y amarillo pardusco en húmedo. Límite ondulado, gradual.

El horizonte II C_{2ca} (47-70 cm.) varía en color de gris a gris oscuro; textura franco arcillosa a franco arcillo limosa; plástico y adhesivo; firme; generalmente no estructurados; con un ligero moteado fino contrastando con sectores de colores neutros e incluso con manchas gley. Raíces finas escasas; poros finos comunes. Límite lineal, gradual.

El horizonte III C_{3g} (70-120cm. y más) muestra características de gley, variando en las tonalidades de gris oscuro y presentando vetas y manchas de color gris verdoso claro; estructura maciza, con porosidad muy escasa factores todos que impiden la penetración de las raíces.

- **Viña Vieja (VIV)**

Esta serie es un miembro de la Familia franca gruesa, térmica (Mollisol). Su origen es aluvial, se presenta ocupando la posición de abanicos aluviales y terrazas aluviales en los sectores de Alhué y Rapel, al sur del área de estudio. Su color es pardo muy oscuro a pardo grisáceo muy oscuro en superficie, variando a gris muy oscuro en profundidad. Ubicados en áreas con pendientes de 2 a 3%, suavemente inclinadas, su capacidad de uso pertenece a la clase II.

Las características del perfil modal de esta serie indican que la profundidad efectiva del suelo varía entre 100 y más de 135 cm. El horizonte Ap (0-12 cm.) presenta colores pardo muy oscuros a pardo grisáceo muy oscuros; la textura es franco arenosa muy fina que varía a franco limosa; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares finos, débiles. Raíces finas abundantes, algunas raíces gruesas, poros finos abundantes, vesiculares interconectados. Límite lineal, gradual.

El horizonte A₃ (12-28 cm.) es de color pardo muy oscuro en húmedo; las variaciones texturales guardan concordancia con las variaciones que se producen en las texturas superficiales; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares finos, débiles. Raíces abundantes, algunas raíces medias, poros finos abundantes. Límite lineal, gradual.

El horizonte B₁ (28-57 cm.) es de color pardo grisáceo muy oscuro en húmedo; la textura es franco arenosa muy fina; ligeramente plástico y adhesivo; friable; los bloques subangulares finos pueden ser débiles o moderados. Raíces finas abundantes; poros finos abundantes. Límite lineal, gradual.

El horizonte B₂₁ (57-98 cm.) presenta color pardo grisáceo oscuro, textura franca; ligeramente plástico y adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares medios, moderados. Raíces finas escasas; poros finos comunes. El moteado varía de escaso a común, pero siempre es fino. Límite lineal, gradual.

El horizonte B₂₂ (98-120 cm.) es muy similar en sus variaciones al horizonte superior, los moteados son más evidentes, generalmente prominentes; la porosidad sufre una considerable reducción en la zona de contacto con el horizonte B₂₃ (120-135 cm. y más). Este último muestra la mayor intensidad y abundancia de moteados y la textura de franca o franco arenosa muy fina; pueden existir gravas finas subangulares aisladas.

- **Viluma (VLM)**

Esta serie pertenece a los suelos Mollisoles, de origen coluvial con fuerte componente granítico, profundos, que se presenta ocupando la posición de abanicos coluviales en la Cordillera de la Costa, en topografía de cerros. Es de color pardo rojizo, a pardo rojizo oscuro en superficie, de textura franco arcillosa con contenido de casquijos. En el área su distribución se limita a las terrazas y fondos de valle del Estero Cholqui, en la comuna de Melipilla.

Las características del perfil modal de esta serie indican que la profundidad efectiva del suelo varía entre 70 a 130 cm. El horizonte A₁ (0-21 cm.) presenta colores rojizo oscuros; la textura es franco arcillo arenosa (gruesa en algunos casos) a franco arcillosa con un contenido variable de casquijos; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; friable; estructura de bloques puede ser angulares y subangulares. Raíces finas abundantes; poros medios comunes. Límite lineal, claro.

El horizonte B₁ (21-37 cm.) es de color pardo rojizo en húmedo; la textura es franco arenosa muy fina con casquijos escasos y algunas gravas finas, aisladas; plástico y adhesivo; friable; estructura de bloques subangulares medios, moderados. Raíces finas comunes a abundantes; poros medios comunes. Límite lineal, claro.

El horizonte B₂ (37-62 cm.) varía de color pardo rojizo oscuro a pardo rojizo en húmedo; la textura es franco arcillosa que varía a franco arenosa; con casquijos escasos y gravas finas angulares y subangulares abundantes; existe en los sectores bajos, una leve presencia de concreciones de fierro y manganeso; estructura prismática media, moderada que se rompe en bloques angulares y subangulares medios moderados. Raíces finas comunes; poros finos y medios abundantes. El moteado varía de escaso a común, pero siempre es fino. Límite ondulado, gradual.

El horizonte B₃ (62-92 cm.) presenta color pardo rojizo en húmedo, con 40% de pardo oscuro en húmedo; textura arcillosa con casquijos abundantes y gravas finas abundantes; plástico y adhesivo; firme; estructura maciza. Raíces finas escasas; poros finos comunes. Límite ondulado, claro.

El horizonte C (92-120 cm.) es de color pardo rojizo en húmedo; textura arcillosa con 40% casquijos; plástico y adhesivo; friable a firme; estructura maciza. Raíces finas escasas; poros finos comunes.

b) Unidades no diferenciadas

- Piedmont Estratificado (PE)

Los piedemont estratificados están constituidos por suelos de profundidad variable y ocupan una posición de plano inclinado con pendientes de 1 a 10%. Son suelos En el área de estudio estos suelos se localizan en las laderas de fondo de valle del Cajón de Aculeo y Estero Carén. Su capacidad de uso es muy variable, por ello en el sector de Cajón de Aculeo la clase es III y en el Estero Carén, la clase es VII.

- Terrazas aluviales estratificadas (TE3 y TE4)

Estos suelos se ubican en las terrazas recientes de ríos, esteros y cursos de agua. Son suelos estratificados de texturas franco arenosas muy finas, con ligera pedregosidad, con drenaje moderado. La variante TE3 que forma el Estero Huiticalán, adyacente a la Laguna de Acuelo. Por su parte, la variante TE4 se localiza en las terrazas del estero Cholqui. La capacidad de uso de esta Unidad en ambos sectores corresponde a clase III.

c) Suelos misceláneos

- Misceláneo Coluvial Escarpe (MCE)

Corresponde, por una parte, a suelos coluviales constituidos por terrenos pedregosos, disectados, formando abanicos en la parte media y baja de los cerros. Están constituidos por gravas, piedras y bolones heterogéneamente repartidos, no consolidados, con matriz preferentemente arenosa, fina a franco-arenosa y presentan una capacidad de uso VII. También, corresponden a quiebres de pendientes superiores a 60%, con una cubierta de vegetación arbustiva que evita procesos erosivos. Su capacidad de uso es VIII. En el área de estudio están asociados a las laderas de prácticamente todos los fondos de valles locales.

- Misceláneo Coluvial (MCR)

Corresponde a terrenos pedregosos, disectados, que forman abanicos en la parte media y baja de los cerros. Están constituidos por gravas, piedras y bolones heterogéneamente distribuidos, no consolidados, con una matriz de textura arenosa fina a franco arenosa. Se distribuye en adyacente a todos los cauces fluviales del área de estudio, en pendientes moderadas a fuertes, su capacidad de uso es VII muy vulnerable a la erosión.

- Misceláneo Pantano (MPA)

Corresponde a terrenos húmedos, con agua superficial y cubiertos de vegetación hidromórfica. En el área de estudio, se encuentra en algunos sitios adyacentes al río Angostura. Su capacidad de uso es VIII.

- Misceláneo Río (MRI). Corresponde a terrenos en posición de terraza aluvial reciente, de escaso desarrollo en sus perfiles, con un alto contenido de gravas,

bolones y con escasa cobertura vegetal. Localizado en el Estero Piche, afluente del Estero Alhué, su capacidad de uso es VIII.

d) Asociaciones de suelo en cordones montañosos

- Asociación Challay (CHL)

Esta asociación pertenece a los suelos Mollisoles, de la familia franca fina, mixta. Es un suelo delgado, formado a partir de rocas eruptivas neutras de colores claros, en topografía de cerros, en los Valles Transversales. En el área se sitúa sobre los cordones de cerros situados en el extremo oriental, cercano a la Angostura de Paine. Presenta una textura franco arcillo limosa de color pardo oscuro, descansa sobre un sustrato de rocas dioríticas y porfiríticas con escaso o moderado grado de meteorización. Su capacidad de uso en el área es VII.

Las características del perfil modal de esta serie indican que la profundidad efectiva del suelo varía entre 20 y 70 cm., esto guarda una relación muy estrecha con la pendiente. Las pendientes varían entre 8% y más de 50% y el grado de pedregosidad varía entre escaso a muy abundante, como así mismo los afloramientos rocosos.

El horizonte A₁ (0-16 cm.) es de color pardo oscuro en húmedo; textura franco arcillo limosa que puede variar hasta franca; moderadamente plástico y adhesivo; friable en húmedo y duro en seco; estructura de bloques angulares medios, moderados. Raíces finas abundantes; actividad biológica común y buena porosidad. Gravitas angulares escasas. Límite ondulado, difuso.

El horizonte B₂ (16-42 cm.) es de color pardo oscuro; presenta textura franco arcillosa que puede variar a franco arcillo arenosa; moderadamente plástico y adhesivo; friable en húmedo y duro en seco; estructura de bloques angulares medios, firmes. Raíces finas y medias escasas; poros finos y medios abundantes; actividad biológica abundante. Gravitas angulares comunes. Límite irregular, abrupto.

El horizonte C (42-100 cm. y más) es un sustrato constituido con rocas de colores claros de tipo diorítico y porfiritas con moderado a escaso grado de meteorización. En las diaclasas presenta comúnmente una platina ferromanganesica. El perfil, en general, presenta poca evolución.

- Asociación Mansel (MN)

Miembro de la familia de Inceptisoles. Presentan un buen grado de desarrollo, con horizonte B definido, eventualmente con horizontes superficiales de color negro y contenido de materia orgánica y moderadamente profundos. En el área se presentan en los cordones montañosos situados al norte del Cordón de Cantillana extendiéndose hasta el Cajón de Aculeo, en el Camino de Rangué a Cholqui. Están asociados con la formación granítica costera, en sectores con pendientes que van de 8 y hasta más de 50%. Las rocas se presentan con un alto grado de meteorización y se fracturan con gran facilidad, situación que sólo está limitada por la presencia de abundante vegetación boscosa nativa. Dadas sus características, la capacidad de uso de esta Asociación es muy limitada, con clases que varían de VI a VII, dependiendo de las pendientes en que se sitúe.

Las características del perfil modal de esta serie indican que la profundidad efectiva del suelo varía según pendiente entre 20 y 80 cm. Las pendientes varían entre 8% y

más de 50% y el grado de pedregosidad y afloramientos rocosos varía de acuerdo a su pendiente.

El horizonte A₁ (0-25 cm.) es de color pardo oscuro; la textura franco arcillo limosa puede variar hasta franca; moderadamente plástico y moderadamente adhesivo; friable en húmedo y duro en seco; estructura de bloques angulares medios, moderados. Raíces finas y medias abundantes; actividad biológica abundante y poros finos y gruesos comunes. Límite ondulado, gradual.

El horizonte B₁ (25-51 cm.) varía de color pardo fuerte a rojo amarillento en húmedo; la textura franco arcillosa puede variar ocasionalmente a arcillo arenosa; moderadamente plástico y adhesivo; firme en húmedo y duro en seco; estructura de bloques angulares medios, moderados. Raíces finas y medias comunes; actividad biológica moderada y poros medios y gruesos comunes. Límite ondulado, claro.

El horizonte B₂ (51-75 cm.) es de color pardo fuerte con manchas de colores pardo rojizo en húmedo; la textura franco arcillosa puede variar ocasionalmente a arcillo arenosa; plástico y ligeramente adhesivo; firme en húmedo y duro en seco; estructura maciza que se rompe en bloques angulares medios, firmes. Raíces medias escasas y poros medios y gruesos escasos. Incluye material meteorizado del horizonte inferior. Límite ondulado, claro.

El horizonte C (75 y más cm.) es un sustratum constituido por rocas que han sufrido procesos metamórficos, especialmente de tipo arenisca de colores claros. En las caras de los fragmentos se ha formado una patina ferromangánica.

- **Asociación La Lajuela (LAL)**

Es un suelo perteneciente a la Familia Alfisol, franca mixta. Son suelos que se sitúan en cordones de cerros, con clima xérico. Su elemento formador es andesítico. Sus texturas varían entre franco-arcillo-arenosa, en superficie, a arcillosa en profundidad. En el área se distribuye ampliamente al sur del Cordón de Cantillana hasta los cerros cercanos a Alhué, y están sometidos fuertemente a procesos de meteorización, por lo cual su capacidad de uso es limitada variando de clase VII a VIII.

Se han incluido dentro de esta Asociación a dos suelos que se han formado a partir del mismo material generador, pero que presentan diferente exposición. Uno de estos suelos presenta exposición norte y el otro sur, evidenciándose en esta última un mayor desarrollo del suelo, mayor contenido e materia orgánica, etc. La descripción del pedón será realizada a este suelo de exposición sur, debido a su localización en le área de estudio.

El horizonte A₁ (0-12 cm.) varía de color pardo a pardo oscuro en seco y pardo amarillento en húmedo; la textura franco arcillo arenosa; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; friable en húmedo; estructura de bloques subangulares medios y finos débiles. Raíces finas y medias muy abundantes; poros finos y medios abundantes. Buena actividad biológica. Límite ondulado, claro.

El horizonte B_{21 t} (12-28 cm.) varía de color pardo rojizo en seco y rojo amarillento en húmedo; la textura arcillosa; muy plástico y muy adhesivo; firme en húmedo; estructura de bloques subangulares medios, moderados. Raíces finas y medias abundantes; poros finos y medios abundantes. Buena actividad biológica. Clastos subangulares comunes. Presencia de crotovinas; cutanes de arcilla discontinuos, comunes. Límite ondulado, claro.

El horizonte B_{22 t} (28-50 cm.) es de color rojo amarillento en seco y en húmedo; la textura arcillosa; muy plástico y muy adhesivo; firme en húmedo; estructura de bloques subangulares medios, moderados. Poros finos comunes. Buena actividad biológica; grava común. Límite ondulado, difuso.

El horizonte B_{23 t} (50-70 cm.) es de color rojo amarillento en seco y en húmedo; la textura arcillosa con grava; muy plástico y muy adhesivo; firme en húmedo; estructura maciza. Poros finos comunes; raíces finas y medias escasas. Escasa actividad biológica; cutanes de arcilla discontinuos, escasos. Límite quebrado, abrupto. El horizonte C (70 y más cm.) se caracteriza por presentar andesita meteorizada.

4.3.5.2 Capacidad de uso

De acuerdo a las características de los suelos en el área, las capacidades de uso están directamente relacionadas con el relieve, la topografía y la pedregosidad, factores que constituyen limitaciones por susceptibilidad a la erosión. En tal sentido, los suelos con capacidad de uso susceptibles de ser cultivados se localizan, sobre los sedimentos lacustres y fluviales de sectores planos a ondulados, presentando capacidades de uso II, III y IV, los que en conjunto sólo representan un 14,7% del área de estudio (Tabla 20). Los suelos no susceptibles de ser cultivados y destinados por su capacidad sólo a actividades de pastoreo y forestación, se localizan en la parte media de los cordones montañosos, con clases VI y VII, y representan un 8,4% del área total. Actualmente, en estos cordones, y debido a las fuertes pendientes, regular fertilidad y profundidad de los suelos, éstos se utilizan principalmente en actividades de pastoreo. Cabe destacar que la clase VIII de capacidad de uso representa un 74,7% del área, y corresponde a los sectores altos de los cordones montañosos y quebradas, que presentan pendientes superiores a 45%. Según esta clasificación, son terrenos que debieran dedicarse, por una parte, a la protección de cuencas hidrográficas y, por otra, al mantenimiento de la vida silvestre.

Tabla 20. Capacidad de uso del suelo en el área de estudio.

Capacidad de uso	Características	Superficie (ha)	%
I	Tierras adaptadas para cultivo sin limitaciones	821,6	0,4
II	Tierras adaptadas para cultivo limitaciones mínimas	13.268,7	6,4
III	Tierras adaptadas para cultivo moderadas limitaciones	12.135,6	5,9
IV	Tierras adaptadas para cultivo con severas limitaciones	6.451,8	3,1
VI	Tierras de uso limitado a pastos y forestación	10.129,3	4,9
VII	Tierras de uso limitado con limitaciones muy severas, pastoreo y forestal	7.859,0	3,8
VIII	Tierras sin valor agrícola, ganadero o forestal, vida silvestre, recreación y protección de cuencas hidrográficas	151.203,3	73,4
Otros	Laguna, urbano, tranque, etc.	4.169,6	2,0
Total		206.038,9	100

Fuente. Cálculo de los autores en base a información digital de ortofotos de series de suelo de CIREN/Corfo y Estudio Agrológico Región Metropolitana Tomos I y II.

4.4 Medio biótico

4.4.1 Flora y Vegetación

La pérdida de biodiversidad es quizás la amenaza ambiental más importante debido a que es irreversible (Mittermeier et al. 1998). Debido a que la biodiversidad no se encuentra uniformemente distribuida, existen, a nivel mundial, zonas con alta riqueza que se encuentran bajo las más severas amenazas. En este contexto, Chile central, que va desde la IV a la IX regiones, fue incluido entre la lista de los 25 hotspots mundiales, debido a que se caracteriza por ser un área con una excepcional concentración de especies endémicas y con una alta pérdida de hábitat (Myers et al. 2000). No es de extrañar en Chile que ecosistemas de gran valor ecológico ubicados próximo a concentraciones urbanas, estén altamente expuestos a riesgos de fuerte alteración e incluso de extinción (Quintanilla, 2002).

En la Región Metropolitana existen dos unidades del SNASPE, la Reserva Nacional Río Clarillo y Monumento Natural El Morado, ubicados en la zona precordillerana y cordillerana respectivamente (Muñoz et al. 1996). Sin embargo, es evidente la falta de un área de protección en la Cordillera de la Costa, como un representante de una formación particular, con especies de flora y fauna distinta. Los Altos de Cantillana y la Laguna de Aculeo han sido propuestos como sitios de prioridad 1 urgente, lo que se fundamenta por la presencia de endemismos de lagartos y presencia de *Nothofagus macrocarpa*. Además, se señala que cerca del 40% de la flora y 15% de la fauna son endémicas, lo que refuerza el interés por conservar el área.

Respecto del origen de las especies que crecen en el área, los grupos dominantes son nativas y endémicas con 46,9% y 37,1% respectivamente, y adventicias con 16%. Las familias con mayor número de representantes son Asteraceae con 51 especies, Poaceae con 27 especies, Scrophulariaceae con 12 especies, Apiaceae con 11 especies y Fabaceae con 10 especies (Anexo 1; Listado de especies).

4.4.1.1 Flora

Según Gajardo (1993), el área de estudio forma parte de las siguientes regiones vegetacionales: a) Matorral y Bosque Esclerófilo, Sub-región del Bosque Esclerófilo Costero, caracterizada por un clima mediterráneo de inviernos fríos y lluviosos y veranos secos; y b) Bosque Caducifolio, Sub/Región del Bosque Caducifolio Montano (Gajardo 1993) que en la zona corresponde al límite superior de la situación más favorable del bosque esclerófilo. Respecto a esta última sub-región, de gran interés para la conservación, la formación que lo caracteriza es el Bosque Caducifolio de Santiago, el que se desarrolla sobre los 1.400 metros de altitud, en sectores con exposición sur (Figuras 6 y 7). En cuanto a su fisionomía, forma bosquetes de extensión reducida, y desde el punto de vista florístico, se encuentra en contacto con elementos del bosque esclerófilo y a mayor altura con la estepa altoandina. Presenta un aspecto general de bosque o renoval alto denso acompañado por matorrales diversos que le dan un aspecto algo heterogéneo. Este puede estar representado, en algunos casos, por relictos de reducida extensión, debido a que sus formaciones han sido fuertemente intervenidas. Esta formación presenta tres estratos: arbóreo, arbustivo y hierbas, ocupando principalmente las pendientes y colinas, conformando hacia mayores altitudes asociaciones típicas andinas e higrófilas arbóreas en las partes húmedas, representadas por *Nothofagus macrocarpa*.

La Sub-región Bosque Esclerófilo Costero, emplazada en las partes de menor altitud, el estrato arbóreo y arbustivo esta compuesto principalmente por *Peumus boldus* (boldo), *Cryptocarya alba* (peumo), *Lithrea caustica* (litre), *Schinus latifolia* (molle), *Quillaja saponaria* (quillay), *Azara petiolaris* (lilén), *Maytenus boaria* (maitén), *Colliguaja odorifera* (coliguaja), *Podanthus ovatifolius*, *Azara dentata*, *Ageratina glechonophylla*, *Aristeguietia salvia*, entre los más notorios. En el piso se encuentran *Alonsoa meridionalis*, *Miersia chilensis*, *Epipetrum humile*, *Tecophilaea violaefflorum*, *Verbena berteroi*, *Adiantum gertrudis*, como los más interesantes desde el punto de vista del endemismo (Figuras 8 y 9). Un representante de esta formación es *Beilschmiedia miersii* (belloto del norte), especie que se encuentra en categoría de conservación vulnerable (Benoit 1989). En las quebradas, donde la disponibilidad de agua es mayor debido a los numerosos esteros que las recorren, se encuentra *Drimys winteri* (canelo), *Persea lingue* (lingue), *Luma chequen* (arrayán), *Myrceugenia exsucca* (petra), *Crinodendron patagua* (patagua), *Aristotelia chilensis* (maqui).

A medida que se asciende, comienzan a aparecer otras especies acompañantes, tales como *Haplopappus arbutoides*, *H. paucidentatus*, *Baccharis linearis*, *B. neaei*, *Ribes punctatum* (zarzaparrilla), *Kageneckia oblonga* (huayu), *Retanilla ephedra*, *R. trinervia*, como los arbustos más notorios. Llegando a la máxima altitud, el paisaje cambia, y los arbustos se hacen más bajos, pudiéndose encontrar *Ephedra chilensis* (pingo-pingo), *Kageneckia angustifolia*, *Adesmia loudiana*, *Gochnatia foliolosa*, y entre las especies herbáceas están *Olsynium scirpoideum*, *Tristagma bivalve*, *Anemone decapetala*, *Oxalis cinerea* y especies de *Alstroemeria*. En algunos sectores se pueden observar laderas de un tono gris, debido a la presencia de *Puya alpestris* y *P. coerulea*, sobre las que pueden crecer especies de *Dioscorea*.

En la cumbre los arbustos que dominan son *Anarthrophyllum cumingii*, *Baccharis neaei* y *Berberis empetrifolia*, y entre ellos, la Iridaceae, *Tristagma bivalve*, y una especie de *Senecio* (Asteraceae) que en esta época ya ha dado fruto. Otras especies de la meseta son *Chuquiraga oppositifolia*, *Tetraglochin alatum* (horizonte), *Acaena splendens*, *Barneoudia major*, *Loasa paradoxa*, pudiendo encontrar en los riachuelos que se van formando con el deshielo *Callitriche lechleri*. Bajando la Quebrada de la Madera, el paisaje se ve dominado por *Nothofagus macrocarpa*, una especie endémica, el cual está acompañado por *Escallonia pulverulenta* (corontillo), *Ribes punctatum*, *Kageneckia oblonga*, *Berberis actinacantha*, y en las partes más descubiertas, se encuentra *Laretia acaulis*, *Mulinum spinosum*. En el sotobosque se observan numerosas especies, tales como *Senecio erucaeformis*, *S. polygaloides*, *Berberis actinacantha*, *Schinus montana*, *Calceolaria polifolia*, *Calceolaria meyeniana*, *Cardamine tuberosa*, *Olsynium junceum*.

Dentro de las trepadoras se encuentran *Tropaeolum bicolor*, *Mutisia subulata* y *M. involucreta*. A menores alturas crecen *Muehlenbeckia hastulata*, *Chusquea cumingii*, *Adiantum sulphureum*, *Valeriana oreocharis*, y una parásita, *Cuscuta chilensis*. En los sectores más bajos se puede apreciar la formación típica de bosque esclerófilo, con *Lithrea caustica*, *Peumus boldus*, *Sophora macrocarpa*, acompañados de *Hippeastrum bicolor* (añañuca), especies de *Chlorea*, *Calandrinia compresa*, *Geranium core-core*, como los más notorios. Sin embargo, esta área está afectada por el pastoreo de ganado vacuno y equino, además de la extracción de tierra de hojias, lo que interfiere con el desarrollo de plántulas.

En las zonas cercanas a la Laguna de Aculeo, a orillas del camino, se pueden encontrar muchas plantas nativas, tales como *Ageratina glechonophylla*, *Baccharis linearis*, *Ercilla volubilis*, *Verbena litoralis*, *Cestrum parqui*, y la interesante *Avellanita bustillosii* (avellanita).

Esta última especie merece un comentario especial, ya que es endémica de la zona, y además se encuentra en la categoría de conservación en peligro, debido a que el número de individuos ha disminuido de manera grave por la intervención de su hábitat con actividades inmobiliarias, extracción de tierra y actividad ganadera (Figuras 10 y 11).

También, dentro del área de estudio se encuentran los llamados palmares que corresponden a asociaciones de *Jubaea chilensis*, la palma chilena las que se pueden considerar como un comunidad forestal, a pesar de la reducida extensión que ocupa. Las especies acompañantes son *Acacia caven*, *Quillaja saponaria*, *Lithrea caustica*, *Retanilla trinervia*, *Peumus boldus*, *Cryptocarya alba*, *Echinopsis chiloensis*, entre los más conspicuos.



Figuras 6 y 7. Bosque caducifolio costero sector Rangué y Cajón de Aculeo



Figura 8 y 9. *Colliguaja odorifera* y *Puya* sp.



Figura 10 y 11. Área de protección de *Avellanita bustillosii*, sector estero Las Cabras Rangué y *Barneoudia major*

4.4.1.2 Especies en categoría de conservación

a) En peligro

- *Adiantum gertrudis* Espinosa (Adiantaceae), “palito negro”. Endémica, crece en la IV y Región Metropolitana. Se encuentra catalogada como en Peligro de extinción debido a lo restringido de su rango de distribución. Además existen antecedentes sobre la disminución de su densidad y hábitat debido a la introducción de especies exóticas y a la artificialización por urbanización y actividades agropecuarias.
- *Avellanita bustillosii* Phil. (Euphorbiaceae), “avellanita”. Endémica y monotípica de la zona central de Chile, y se sitúa en la Región del Bosque Esclerófilo Costero, crece en la Región Metropolitana y la VI Región. Esta especie esta representada por escasas poblaciones naturales, distribuidas en un área geográfica restringida, desarrollándose en un hábitat amenazado por la actividad antrópica.

b) Vulnerables

- *Beilschmiedia miersii* (Gay) Kosterm. (Lauraceae), “belloto del norte”. Endémica, crece entre la V y VI Regiones. La Corporación Nacional Forestal (CONAF) ha incluido a la especie dentro de su programa de conservación in situ y ex situ para especies con problemas de conservación.
- *Jubaea chilensis* (Molina) Baill. (Arecaceae) “palma chilena”. Especie endémica, crece formando comunidades con litre, con una distribución localizada en la cordillera de la costa, desde sur del río Limarí (IV Región) hasta el río Maule (VII Región), ya sea en forma aislada o en grupos, formando los palmares. Sin embargo, en la actualidad sólo subsisten pocos palmares y en un número muy variable de individuos (Quintanilla 2002). El palmar de Ocoa (región de Valparaíso) junto al de Cocalán (al oeste de Rancagua) son los más grandes, comprendiendo alrededor de 80.000 y 35.000 ejemplares respectivamente (Mansilla, 1994).
- *Kageneckia angustifolia* D.Don (Rosaceae), “frangel”. Endémica, se distribuye entre la IV y la VII Región.
- *Laretia acaulis* (Cav.) Gillies ex Hook. (Apiaceae), “llaretilla”. Nativa, también presente en Argentina. En Chile crece desde la III a la VII Región.
- *Neoporteria curvispina* (Bertero ex Colla) Donald et G.D.Rowley (Cactaceae). Endémica, crece entre de la V a la VI Región, señala especialmente para las zonas cordilleranas. Está clasificada como vulnerable debido a la que posee una distribución restringida, y por la extracción y artificialización de su hábitat.
- *Neoporteria horrida* (Gay) D.Hunt (Cactaceae). Endémica, crece entre la IV y VI Regiones, principalmente en terrazas costeras. Esta especie está considerada un complejo, donde agrupa variedades. Ha sido clasificada como vulnerable debido a que posee una distribución restringida, discontinua y con bajas densidades, donde se ha conservado baja regeneración, amenazada por extracción, alteración de su hábitat por incendios, y artificialización principalmente por sustitución.

- *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser (Fagaceae), "hualo". Endémica, crece entre la Región Metropolitana y la VIII Región. Muy escasa en la zona de estudios, con una mayor presencia en el sector de Loncha.
- *Nothofagus macrocarpa* (A.DC.) F.M.Vásquez et R.A.Rodr. (Fagaceae) "roble blanco". Endémica, presenta una distribución restringida desde la V a la VI Región, principalmente hacia la zona suroeste de Santiago.
- *Porlieria chilensis* Gay (Zygophyllaceae) "guayacán". Endémica, habita desde la IV a la VI Región.

c) Raras

- *Citronella mucronata* (Ruiz et Pav.) D.Don (Icacinaceae) "huillipatagua, naranjillo". Endémica, crece entre la IV y X Región.

d) Consideraciones especiales para otras especies de interés

En el área de estudio crecen algunas especies endémicas que poseen un rango de distribución restringido, las cuales además han sido poco recolectadas o no se han vuelto a recolectar (datos herbario CONC), incluso menos que muchas especies que ya se encuentran en alguna categoría. Este hecho de alguna forma resalta la importancia de conservar áreas donde algunas de estas especies aun crecen, como es el caso del cordón montañoso de Los Altos de Cantillana. Las especies consideradas son:

- *Adesmia loudonia* Hook. et Arn. (Fabaceae). Crece desde la IV Región a la Región Metropolitana. Ha sido considerada como Insuficiente conocida por el Libro Rojo de la Región de Coquimbo.
- *Aristolochia bridgesii* (Klotzsch) Duch. (Aristolochiaceae). Habita entre la IV Región y la Región Metropolitana.
- *Asteriscium aemocarpon* Clos (Apiaceae). Habita desde la IV a la VI Región. Esta especie ha sido considerada como Insuficiente conocida en el Libro Rojo de la Región de Coquimbo.
- *Epipetrum humile* (Bertero ex Colla) Phil. (Dioscoreaceae). Crece en la V, VIII y Región Metropolitana. Puede haber pasado desapercibida debido a que es una planta pequeña y poco vistosa.
- *Gilliesia graminea* Lindl. (Liliaceae). Especie escasa, que se distribuye de la V a la VII Región. Se tienen registros de colecciones realizadas principalmente en la década de 1930.
- *Loasa paradoxa* Urb. et Gilg (Loasaceae). Crece en la V Región y Región Metropolitana. Parece ser una especie que crece en ambientes muy restringidos, muy escasa, podría ser considerada como insuficientemente conocida hasta que se estudie de manera más profunda.

- *Mutisia involucrata* Phil. (Asteraceae). Especie muy escasa. Ha sido recolectada en la VI y VII Regiones. Es probable que su presencia en el área corresponda al límite norte de su distribución.
- *Solanum alphonsi* Dunal (Solanaceae). Habita en la V, VII y Región Metropolitana, es una especie escasa, de la que se tiene pocos registros (datos Herbario CONC).
- *Miersia chilensis* Lindl. (Liliaceae). Crece en V, VIII y Región Metropolitana. Planta escasa, la mayoría de los registros que se tienen corresponden a recolecciones entre los años 1930-50.
- *Oziroe arida* (Poepp.) Speta (Hyacinthaceae). Habita en la V Región y Región Metropolitana. Escasa, con sólo algunos registros para su área de distribución.

e) Palma Chilena (*Jubaeae chilensis*)

La Palma chilena es reconocida dentro de la clasificación del bosque nativo chileno como un Tipo Forestal, el que actualmente se encuentra reducido a algunos valles y piedemontes de la Cordillera de la Costa, entre Ovalle (IV Región) y las proximidades del Río Maule (VII Región). En este tipo forestal, la especie más importante es la Palma chilena, asociándose comúnmente con Litre, Peumo, Quillay, Boldo, Espino y Maitén, con densidades que van desde 8 a 60 palmas por hectárea (Donoso, 1981). En el área de estudio se encuentra en sectores de la Hacienda Tantehue y en las partes altas del estero Carén (Figuras 12 y 13). Se planteó efectuar un Catastro Nacional, a través del que se intenta definir parámetros, tales como sitios, densidad, estructura y estado de conservación de cada población para elaborar y proponer posibles pautas a seguir en la conservación y manejo de la Palma chilena (Cabello y Manríquez 1993).

Dentro de las amenazas a las que se enfrenta la Palma chilena, se encuentran la actividad ganadera y las recolección del fruto y hojas, estas últimas con fines ornamentales (Quintanilla 2002). Considerando el estado actual del recurso, se ha estimado necesario solicitar la declaración de "Área de Protección" para los palmares más representativos que están amenazados, con el fin de proteger este patrimonio y revertir la progresiva disminución de la especie en su hábitat. Sin embargo, el Ministerio de Tierras y Colonización a través del Decreto N° 908 declara terrenos forestales las zonas de vegetación de Palma chilena, y se indica que queda prohibida la corta de Palma chilena sin permiso previo del Servicio Agrícola y Ganadero. Una vez otorgado el permiso, los favorecidos estarán obligados a replantar anualmente el número de árboles que fije el Servicio Agrícola Ganadero, y a atender su cuidado y conservación (Benedetti y López 2001).

Como una forma de enfrentar estas amenazas se ha propuesto diversas alternativas, como generar estudios y proyectos relacionados con la dinámica natural de la palma para tratamientos silviculturales, estudios de la fenología y productividad de la especie, propagación sexual y asexual de la especie, incluyendo las distintas etapas de viverización de las plántulas, para posteriormente transformarse en un cultivo productivo de grandes proyecciones. Repoblar con palma chilena sectores de áreas protegidas, dentro de su rango de distribución natural, con el fin de mantener "in situ" el germoplasma actualmente existente. Como una forma de acercar a la comunidad se hace necesario difundir la importancia de conservar la palma chilena, así como también, presentarla al sector privado como una alternativa productiva de los bosques de la zona central.



Figura 12 y 13. Ejemplares de Palma Chilena (*Jubaea chilensis*) en sector Cajón del Ñico, Hacienda Tantehue

f) Avellanita (*Avellanita bustillosii* Phil.)

Especie endémica y monotípica de la zona central de Chile, con una distribución discontinua y fragmentada, especialmente en la Laguna de Aculeo en la Región Metropolitana, y Marga-Marga y Los Perales en la V Región (datos herbario CONC; Venegas y Contreras 2003). Esta especie corresponde a un arbusto de ca. de 2 m de alto, con ramas verdes, hojas oblongo-lanceolada, de 5-6,7 cm de largo, margen entero, ápice agudo a redondeado. Sus flores se disponen de 3-4 en el extremo de las ramas, una de las cuales es femenina y las demás masculinas. Las flores masculinas se conforman de numerosos estambres aglomerados, en tanto las flores femeninas poseen un ovario globoso, muy pubescente, con estilos notorios, rojizos, de 9-11 mm de largo. El fruto es una cápsula con tres cocos, de 18-20 mm de diámetro. Sus semillas son lisas, parduscas, jaspeadas de negro (Behn, 1944).

Esta especie es componente de la formación del Bosque Esclerófilo Costero, el que se encuentra muy alterado, con diferencias en los estados regenerativos (Gajardo 1993), y crece asociada a *Peumus boldus*, *Cryptocarya alba*, *Beilschmiedia miersii* y *Acacia caven*, entre los más notorios (Venegas y Contreras 2003). Respecto del número de poblaciones, esta se encuentra representado por pocas poblaciones naturales, con una distribución geográfica restringida, en un ambiente amenazado por la actividad antrópica. *Avellanita bustillosii* fue descrita por R.A. Philippi en 1864-65, de un material recolectado por Vicente Bustillos en la Laguna de Aculeo. Luego, Félix Jaffuel y Anastasio Pirion señalan una segunda localidad en el año 1921, para el sector del fundo Los Perales, en el valle del Marga-Marga, V Región, donde no se ha vuelto a encontrar (Serra 1998).

Esta especie fue calificada en la categoría de "en peligro", debido a la ausencia de observaciones y de colectas durante casi 64 años, (Benoit, 1989). En 1990, los ing. agrónomos J. Macaya y J.E. Barriga, localizaron nuevas poblaciones de Avellanita, en la localidad del Tipo, en las cercanías de la laguna de Aculeo. En estos últimos años, se han realizado nuevas colectas, por personal de CONAF e investigadores, dentro de la misma área geográfica (Serra 1998, Venegas y Contreras 2003).

Dichas recolecciones se encuentran depositadas en herbarios nacionales: SGO (Museo Nacional de Historia Natural), EIF (Herbario de la Escuela de Ingeniería Forestal), AGUCH (Herbario de Referencia Agronómica). En relación al tamaño de las poblaciones, se ha registrado 11 sectores, todos en el sector de Aculeo, que corresponden a 5 localidades; Champa, Abrantes, Pintué, Los Hornos y Rangue, donde se encuentran grupos de avellanita, los que en general se ubican en terrenos privados (Venegas y Contreras, 2003).

Esta especie perteneciente a la familia Euphorbiaceae, no posee látex, como la mayoría de sus representantes, y es muy apetecida por el ganado, el que come sus hojas y sus semillas. Además de este factor, existen otras amenazas como la destrucción y fragmentación del hábitat, como es el caso de algunas comunidades que crecen a orillas del camino y que se encuentran en riesgo de desaparecer debido al posible ensanchamiento de la vía que une Pintué con Rangue. Por otro lado, la poca capacidad de regeneración de las poblaciones, la reducción del tamaño poblacional debido a la cual el intercambio genético se vería afectado por endogamia y pérdida de variabilidad genética, y por último, pero no menos importante, la recolección de material para propagación con fines comerciales o científicos (Venegas y Contreras, 2003). Actualmente se están desarrollando cultivos en el Jardín Botánico Nacional (V Región) y en la Reserva Nacional Río Clarillo (Región Metropolitana), ambos a cargo de la Corporación Nacional Forestal, asimismo algunos individuos son conservados en el Campus Antumapu de la Universidad de Chile, y en otras instituciones particulares.

4.4.1.3 Vegetación

La vegetación se describe en base a la información proporcionada por el Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile (Proyecto CONAMA-BIRF, 1995), de la cual se derivan las formaciones vegetales para el área de estudio. El Catastro Nacional de Bosque Nativo clasifica la vegetación de acuerdo a la metodología basada en la Carta de Ocupación de Tierras desarrollada por el Centro de Estudios Fitosociológicos y Ecológicos L. Emberger, CEPE de Montpellier, Francia, y modificado para Chile por Etienne y Prado (1982). Esta metodología considera a la vegetación como un indicador de las características ambientales y grado de intervención de los ecosistemas.

La clasificación se realiza en función de la estructura horizontal y vertical de la vegetación, especies dominantes y grado de intervención. Según la Tabla 21, la principal unidad vegetacional, en términos de superficie, corresponde al matorral, que cubre una superficie de 63.918,2 hectáreas equivalentes al 31% de la superficie total del área de estudio. Le siguen en importancia el renoval con una superficie de 51.106,9 hectáreas, correspondiente al 24,8% del área, y el matorral arborescente con 39.612,3 hectáreas (19,2%).

Tabla 21. Unidades vegetacionales en el área de estudio según superficie.

Unidades Vegetacionales	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Praderas	890,8	0,4
Suculentas	1.562,4	0,8
Matorral Pradera	361,5	0,2
Matorral	63.918,2	31
Matorral Arborescente	39.612,3	19,2
Matorral / Suculenta	11.250,1	5,5
Renoval	51.106,9	24,8
Subtotal	168.702,2	81,9
Otras Coberturas de Suelo		
Terrenos de Uso Agrícola	30.882,6	15
Plantaciones	250,7	0,1
Cuerpos de Agua	3.095,5	1,5
Asentamientos	860,6	0,4
Minería Industrial	1.317,3	0,6
Afloramientos Rocosos	930	0,5
Subtotal	37.336,7	18,1
Total	206.038,9	100

Fuente. CONAMA-BIRF (1995).

A continuación se describe en forma detallada cada una de las unidades vegetacionales del área de estudio, según su cobertura, especies dominantes y distribución espacial (Anexo 3; Carta 7, Formaciones vegetales).

- **Praderas.** Unidades vegetacionales con una cobertura herbácea superior al 10%. Ocupan terrenos con pendientes inferiores al 30%, bajo los 400 m.s.n.m., dominadas por herbáceas anuales. El 72 % del total de estas unidades se emplazan en sectores planos, con pendientes inferiores al 15 %; el resto ocupa sitios con exposición norte y pendientes que varían entre 15-30%.
- **Matorral Pradera.** Unidades vegetacionales compuestas por un estrato herbáceo y arbustivo con coberturas superiores al 25%. Corresponde a un matorral abierto dominado, principalmete, por *Acacia Caven*. Ocupa terrenos planos con pendientes inferiores al 15%, bajo los 400 m.s.n.m.
- **Matorral.** Corresponde a unidades vegetacionales en las cuales predominan especies arbustivas y/o arbóreas que no superan los 2 metros de altura. Estas unidades se encuentran dominadas por *Retanilla trinervia*, *Lithrea caustica*, *Acacia caven* y *Colliguaja odorifera*. Más del 50% se ubica en sectores con exposición norte ocupando todos los rangos de pendientes y pisos altitudinales.

- **Matorral con suculentas.** Corresponde a un matorral abierto a muy abierto, asociado a especies xerofitas tales *Puya sp.* y *Echinopsis chilensis*. Alrededor del 70% de estas unidades se ubican en sectores con pendientes mayores al 30%, exposición norte, sobre los 600 m.s.n.m.
- **Matorral arborescente.** Unidades vegetacionales constituidas por una cobertura arbórea entre 10 y 25%, igual o mayor a 2 metros de altura. Más del 50% corresponde a matorral arborescente semidenso dominado por *Lithrea caustica*, *Retanilla trinervia*, *Quillaja saponaria*, *Peumus boldus*, *Colliguaja odorifera*, entre otros. Estas unidades ocupan sectores con pendientes superiores a 15% y, alrededor del 50%, en laderas con exposición norte.
- **Suculentas.** Corresponde a unidades vegetacionales dominada por especies xerófitas tales como *Puya sp.* y *Echinopsis chilensis*. El 73% de esta unidad ocupa terrenos con pendientes superiores al 45%, sobre los 400 metros de altitud. El 65% del total se ubica en sectores con exposición norte.
- **Renoval.** Corresponde a un bosque secundario, cuyo estrato arbóreo tiene una altura mayor o igual a 2 m y una cobertura de copa > 25%, originado después de una perturbación antrópica o natural, por medio de semillas y/o reproducción vegetativa. Estas formaciones vegetales se encuentra dominadas por *Cryptocarya alba*, *Quillaja saponaria*, *Lithrea caustica*, *Nothofagus macrocarpa* y *Peumus boldus*. El 52% ocupa exposiciones sur y el 62% se ubica en sectores con pendientes superiores al 30%.

La reorganización de la información del Catastro Nacional de Bosque Nativo (CNBN), contenida en el Proyecto GEF, permitió definir 12 formaciones vegetales para el área de estudio. Los principales criterios utilizados fueron: especies dominantes y aspectos fisonómicos-estructurales de la vegetación. En base a estos antecedentes, y a las observaciones de terreno realizadas, se redefinieron 10 formaciones vegetales para el área, cuya distribución espacial y relación de superficies se muestran en la carta formaciones vegetales y en la Tabla 22 (Anexo 3; Carta 7, Formaciones vegetales). A continuación se describe cada formación en función de sus características fisonómicas, dominancia de especie y localización geográfica.

Tabla 22. Formaciones vegetales del área de estudio según superficie.

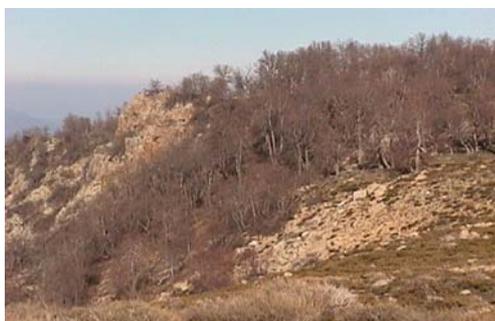
Formaciones Vegetales	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Bosque Caducifolio de Santiago	6.675,7	3,2
Bosque Esclerófilo	42.302	20,5
Bosque Esclerófilo con Palma	2.830,2	1,4
Matorral Arborescente Esclerófilo	53.823,2	26,1
Matorral Esclerófilo con Suculentas	25.314,7	12,3
Matorral Degradado Esclerófilo	17.494	8,5
Matorral Esclerófilo Sub-Andino	6.558,2	3,2
Matorral de Espino	6.200,6	3
Estepa Alto-Andina	2.508,6	1,2
Matorral Higrófilo	1.640	0,8
Otras Coberturas	40.691,7	19,7
Total	206.038,9	100

Fuente. CONAMA-BIRF (1995).

- **Bosque Caducifolio.** Corresponde a renovales dominados por *Nothofagus macrocarpa* que, en las partes más baja de su distribución, es acompañado por elementos del bosque esclerófilo tales como *Cryptocarya alba* y *Quillaja saponaria*. Estas formaciones se ubican, principalmente, en la ladera alta del Cajón de Pichi y Quebrada de la Madera, en la Meseta Altos de Cantillana y en el sector de Loncha; ocupando sectores con pendientes escarpadas y exposición sur, entre los 1.400 y 1.900 m de altitud (Figuras 14 y 15).
- **Bosque Esclerófilo.** Corresponde a renovales dominados por especies de hoja dura y coriáceas tales como *Cryptocarya alba*, *Peumus boldus*, *Quillaja saponaria* y *Lithrea caustica* y *Kageneckia oblonga*. Además se incluyen algunas especies en categorías de conservación, entre ellas, *Avellanita bustillosii* (Avellanita), *Beilschmiedia miersii* (northern belloto), *Porlieria chilensis* (guayacán), *Citronella mucronata* (naranjillo), *Cryptocarya alba* (peumo), *Persea lingue* (lingue), *Hypolepis poeppigii* y *Dennstaedtia glauca*. Esta formación está presente en toda el área de estudio asociada, principalmente, a quebradas con exposición sur. Respecto a la *Avellanita bustillosii*, especie endémica, restringida a la V Región y Región Metropolitana y catalogada en peligro de extinción, es posible encontrarla en la cuenca de la Laguna de Aculeo, bajo los 700 metros de altitud. Esta especie se desarrolla como componente del sotobosque asociado principalmente a *Peumus boldus*, *Cryptocarya alba*, y en menor medida a *Beilschmiedia miersii* y *Acacia caven*.
- **Bosque Esclerófilo con Palma.** Corresponde a unidades del bosque esclerófilo en las que se encuentra presente *Jubea Chilensis*. Esta especie, endémica, es considerada una especie vulnerable dentro de las categorías de conservación. Se ubica, principalmente, en la Hacienda Tantehue y en la parte alta de la cuenca del Estero Caren, ocupando sitios con exposición sur, bajo los 1.000 metros de altitud.
- **Matorral Arborescente Esclerófilo.** Corresponde a comunidades del bosque esclerófilo que debido a la intervención antrópica o a condiciones extremas de sitio, como suelos delgados y falta de humedad, el estrato arbóreo se encuentra poco desarrollado, con una cobertura de copa que no supera el 25% y distribuidos en pequeños mosaicos dentro del matorral. Predominan las especies arbustivas de sucesión post tala o post incendio. Estas comunidades se distribuyen en toda el área de estudio, entre los 300 y 1.400 metros de altitud.
- **Matorral Esclerófilo con Suculentas.** Corresponde a matorral esclerófilo acompañado, por algunas suculentas tales como *Puya sp.* (Chagual) y *Echinopsis chilensis* (quisco), que se hacen más frecuentes en laderas escarpadas, con exposición norte, y en sitios rocosos con suelos delgados. La especie dominante es *Colliguaja odorifera*, la cual, ocasionalmente, es remplazada por *Florensia thurifera*.
- **Matorral esclerófilo degradado.** Corresponde a un estado sucesional del bosque esclerófilo que ha sido degradado debido a antiguas prácticas agrícolas desarrolladas en estos sectores. En la actualidad, estas áreas son utilizadas para la ganadería extensiva y la explotación forestal destinada, principalmente, a la extracción de leña y elaboración de carbón; además, han sido frecuentemente afectados por incendios forestales. La diferencia con la formación anterior se debe a la baja presencia de especies arbóreas con un recubrimiento menor al 10%. Esta

formación ocupa sectores con pendientes menores al 30%, con exposición norte. Las especies dominantes que la caracterizan son, principalmente, *Retanilla trinervia*, *Baccharis linearis* y *Colliguaja odorifera*.

- **Matorral esclerófilo subandino.** Corresponde a comunidades ubicadas en el la parte alta de la Cuenca de la Laguna de Aculeo, en la parte este del cordón montañoso de Cantillana. Entre las especies dominantes se incluyen *Kageneckia angustifolia*, *Colliguaja integerrima* y *Puya coerulea*. Esta formación vegetal ocupa sectores con exposición norte, sobre los 1.200 de altitud.
- **Matorral de espino.** Representa un estado degradado del bosque esclerófilo que corresponde a antiguos sectores habilitado para la agricultura. La especie dominante es Acacia Caven, acompañada por *Lithrea caustica* y *Quillaja saponaria*. El estrato arbustivo se encuentra dominado, dependiendo de las condiciones de sitio, por *Baccharis linearis*, *Muehlenbeckia hastulata* y *Proustia cuneifolia*. Se ubica en valles y sectores planos, adyacentes a terrenos agrícolas.
- **Estepa alto andina.** Esta comunidad se caracteriza por la dominancia de matorral bajo, menor a 50 cm. Las especies dominante incluyen *Chuquiraga oppositifolia* (hierba blanca), *Mulinum spinosum* (neneo), *Anarthrophyllum cumingii* (pichi-romero falso) y *Laretia acaulis* (llareta de Santiago). Esta formación ocupa sitios altos, sobre los 1.900 m.s.n.m., dependiendo de la exposición y se ubica sobre los 1.900 metros de altitud en la meseta Altos de Cantillana (Figuras 15 y 16).
- **Matorral Higrófilo.** Comunidad asociada a los cursos de agua, ubicada principalmente en la rívera de los esteros Caren, Alhue y Cholqui. Las especies dominantes son *Salix humboldtiana* y *Psoralea glandulosa*, *Baccharis salicifolia*, entre otras.



Figuras 14 y 15. Formaciones del bosque caducifolio de Santiago, robledales sector nacientes de la Quebrada La Madera (aprox. 2.100 m.s.n.m)



Figuras 15 y 16. Formaciones vegetales meseta Altos de Cantillana, sector La Laguna (aprox. 2.000 m.s.n.m)

4.4.2 Fauna

El sector Altos de Cantillana se ubica en la cordillera de la Costa de la Región Metropolitana y forma parte de la provincia biogeográfica Chilena Central del Dominio Andino Patagónico (Cabrera y Willink, 1973). Esta provincia Chilena Central se encuentra al interior de uno de los sitios considerados a nivel internacional como “hotspots” o puntos calientes para la conservación de la biodiversidad (Mittermeier et al. 1999 y Myers et al., 2000). Además, esta zona llamada también como ecorregión del Matorral Chileno, ha sido considerada relevante a nivel global, en Peligro y de Máxima Prioridad Regional de Conservación para Sudamérica (Dinerstein et al., 1995). Desde el punto de vista bioclimático el área ha sido considerada dentro de la Zona de Tendencia Mediterránea en la Región Mediterránea (di Castri, 1968), caracterizada por la presencia de lluvias invernales. Esta provincia de Chile Central o región Central de Chile se caracteriza por presentar un alto número de especies de vertebrados pero fundamentalmente su importancia está dada por su alto endemismo (Simonetti, 1999)

Si consideramos para la vegetación la clasificación de Gajardo (1994) podemos reconocer a lo menos las dos regiones: de tendencia Mediterránea: Región del Matorral y del Bosque Esclerófilo y Región del Bosque Caducifolio. La primera con las formaciones Matorral Espinoso de la Cordillera de la Costa y Bosque Esclerófilo Costero y la segunda con la del Bosque Caducifolio de Santiago. A esto habría que agregar en las partes altas una tercera región: Estepa Alto-Andina. En relación a esta última habría que señalar que su presencia se da por las alturas que alcanzan el cordón montañoso de Alto de Cantillana lo que permite una situación como la que se puede encontrar en los cordones de los Andes. La potencial conectividad existente entre esta zona montañosa de la cordillera de la Costa, a través de cadenas transversales que cruzan la depresión intermedia, podrían estar permitiendo aún la presencia de especies comunes a ambos lados.

De aquí que para la zonificación preliminar de la fauna en el área de Altos de Cantillana nuestras observaciones preliminares seguirán el esquema de la vegetación de Gajardo (1994) que indica las siguientes formaciones vegetacionales: Matorral Espinoso de la Cordillera de la Costa (Anexo 2; Tabla 1); Bosque Esclerófilo Costero (Anexo 2; Tabla 2); Bosque Caducifolio de Santiago (Anexo 2; Tabla 3) y; Estepa Alto-Andina (Anexo 2: Tabla 4). Las especies indicadas son aquellas que se han corroborado en gran medida por observaciones en terreno o las obtenidas de entrevistas con lugareños. Sin embargo, existen registros que han sido consignados en informes que aún merecen ser confirmados, así como también algunos que se señalan en el presente informe con nuevas visitas a terreno. Aquí no se incluyen las especies que están ligadas a la Laguna de Aculeo y su entorno inmediato, especialmente en las áreas de pajonales y zonas inundables.

Al analizar estos datos obtenidos hasta la fecha con información recopilada en bibliografía de artículos publicados en revistas científicas y monografías de los diferentes grupos de vertebrados tenemos que la región Mediterránea en relación a la fauna presente en Chile muestra una riqueza de especies que sobrepasa el 50% (Tabla 23). Si analizamos cuanto de esta riqueza de especies, de esta región, se encontraría cubierta en el área de Cantillana tenemos que este valor alcanza el 36% (Figuras 17, 18, 19 y 20). Sin embargo, si se hiciera un análisis más fino de que exactamente podría ser considerado mediterráneo de la provincia de Chile Central, este valor aumentaría significativamente. Lo anterior tiene relación con el hecho que se consideran al interior de la región mediterránea especies que en realidad corresponden a la ecorregión Valdivia o a la Alto andina. Estas diferencias de criterios se deben a los diferentes autores que se consideren (Cabrera y Willink, 1973; Dinerstein et al., 1995; Arroyo et al., 1999; Simonetti, 1999).



Figuras 17 y 18. Reptiles en el área de estudio (*Callopestes palluma*), sector Fdo. Los Lagartos, Cajón de Piche-Lisboa, Noviembre 2003



Figuras 19 y 20. Reptiles en el área de estudio, sector meseta de Cantillana, Enero 2004

Tabla 23. Riqueza de especies de vertebrados terrestres de Chile (*).

Grupo	Chile	Mediterránea	%	Cantillana	%
Anfibios	51	13	25	4	31
Reptiles	92	38	41	15	39
Aves	322	200	62	58	29
Mamíferos	95	37	39	17	46
Total	553	287	52	94	36

(*) Los valores son el número de especies presentes en el país, número de especies presentes en la región mediterránea, porcentaje que esta representa en relación a Chile y número de especies del área de Cantillana y el porcentaje que esta representa en relación a las de la región mediterránea.

Para calcular los valores de riqueza de especies, endemismo, y estados de conservación de las especies a nivel nacional regional y local se consultó para Anfibios a Díaz y Ortiz (2003), para Reptiles a Veloso et al. (1995) y para Aves y Mamíferos a Simonetti (1999), todo lo cual se complementó con los datos que aparecen en el Reglamento de la Ley de Caza (1998) y lo presentado en el Anexo 2, Tablas 1, 2, 3 y 4.

En relación a los endemismos se presentan los mismos problemas para determinar cuales especies realmente corresponde de manera estricta a aquellas que por su distribución corresponderían a la provincia de Chile Central o región Mediterránea ya que según los criterios de Arroyo et al. (1999) y de Simonetti (1999) se incluyen especies que ocupan sectores de la provincia altoandina (Cabrera y Willink, 1973) o de la ecorregión del bosque temperado Valdiviana (Dinerstein et al., 1995). Por esta situación se toman los criterios de varios autores de manera de llegar a una situación de consenso (Vesoso y Navarro, 1988; Veloso et al., 1995; Simonetti, 1999;; Díaz y Ortiz, 2003, Ortiz y Díaz, 2004; Tabla 24).

Tabla 24. Número de especies endémicas de vertebrados terrestres presentes en Chile (*).

Grupo	Chile	%	Mediterránea	%	Cantillana	%
Anfibios	29	57	10	34	3	30
Reptiles	56	61	24	43	11	46
Aves	7	2	7	100	4	58
Mamíferos	15	16	7	47	4	58
Total	107	34	48	53	22	48

(*) Los valores son el porcentaje que representan, número de especies endémicas de la región Mediterránea y el porcentaje en relación a las especies endémicas de Chile y número de especies endémicas del área de Cantillana y el porcentaje que ellas representan en la región Mediterránea.

Para el análisis de los estados de conservación se ha seguido tradicionalmente al libro rojo de los Vertebrados Terrestres (1988) en el cual se aplicó la metodología de la UICN (1984), aquí hemos utilizado las categorizaciones de la Ley de Caza (1998) así como la de Díaz y Ortiz para los anfibios quienes utilizaron los criterios UICN (2001; Tabla 25). La singularidad de una especie puede estar dada por diferentes características que ella presente como son: su endemismo, su estado de conservación, su condición de especie primitiva, la condición de ser la representante de un género monotípico, distribución restringida, especie emblemática, especie heráldica, importancia ecológica y otras. Para la identificación de las especies singulares presentes en el área de estudio se utilizaron, prácticamente, todos los criterios antes señalados para seleccionar un grupo de ellas como singulares (Anexo 2; Tabla 5).

Tabla 25. Número de especies de vertebrados terrestres presentes en Chile con problema de conservación (*).

Grupo	Chile	%	Mediterránea	%	Cantillana	%
Anfibios	35	68	6	17	4	67
Reptiles	85	92	33	39	15	45
Aves	49	15	19	39	4	21
Mamíferos	47	49	31	63	11	35
Total	164	30	89	54	34	38

(*) Los valores son el porcentaje que representan, número de especies con problemas de conservación de la región Mediterránea y el porcentaje en relación a las especies con problemas de conservación en Chile y número de especies con problemas de conservación del área de Cantillana y el porcentaje que ellas representan en la región Mediterránea.

4.4.3 Paisaje

El paisaje como expresión visual de las interrelaciones que se producen en el territorio, se inserta en el enfoque de la estética o de la percepción, que se concreta en lo que el observador es capaz de percibir de ese territorio. Los factores que influyen en su formación y expresión actual son numerosos e interrelacionados, y las combinaciones que pueden producirse de estas variables son casi ilimitadas. Sin embargo, entre los factores más destacados podemos mencionar: relieve y geoformas, que constituyen la estructura básica del paisaje y sus delimitadores visuales; los recursos hídricos, que actúan como elementos estructurantes; la vegetación, que generalmente determina la percepción que se tenga del paisaje, en cuanto proporciona elementos de color, forma y textura; la fauna, como un factor “intuido” en la percepción y que le otorga un valor agregado y; la intervención humana, como factor activo que modifica el paisaje a través del asentamiento humano y sus actividades.

Las características estéticas y combinación de estos factores definen la *calidad visual* del paisaje y la disposición, amplitud y visibilidad, definen su *fragilidad visual* o capacidad de absorción visual de elementos ajenos o intervenciones antrópicas. Ambas características, definen la *sensibilidad paisajística*, que corresponde a la síntesis entre las características de calidad y fragilidad visual. En este sentido, la caracterización del paisaje en el área de estudio, tiene una estrecha relación con las propiedades visuales básicas o conjunto de rasgos que lo caracterizan visualmente y de sus componentes. Las propiedades visuales básicas son color, forma, línea, textura, contraste, escala o dimensiones y carácter espacial.

a) Tipología de paisajes

Los tipos genéricos de paisaje están determinados por las geoformas de contacto entre la Cordillera de la Costa y el Valle del Maipo-Angostura en su curso medio, dentro de los cuales los cordones montañosos y la Laguna de Aculeo son los elementos estructuradores. Los primeros, por constituir barreras a las dimensiones visuales y otorgar el color y textura predominantes y, la Laguna de Aculeo por otorgarle amplitud a las dimensiones visuales planas a onduladas y la textura predominante en los sectores de valle. Esta configuración morfológica define un paisaje mixto de tipo panorámico y cerrado. Los paisajes panorámicos se sitúan en los valles abiertos del sector de Pintué y Rangue, condicionados por el predominio de elementos horizontales e intervención humana de carácter agrícola y turístico. Los paisajes cerrados, situados en los valles locales, están determinados por la presencia de barreras visuales conformadas por la paredes que generan las laderas de los cordones

montañosos y se caracterizan por un predominio de elementos naturales, con formaciones de matorral y bosque. Un tercer tipo, menos perceptible para el visitante común, es de tipo panorámico y está definido por los sectores altos de los cordones de cerros y se caracteriza por la amplitud de perspectivas y el predominio de elementos naturales asociados a matorrales y rocas desnudas.

b) Unidades de paisaje

- Paisaje lacustre de Aculeo

Se desarrolla entre los cordones montañosos de la Cordillera de la Costa, en su vertiente este. Es una cuenca visual amplia, no obstante las restricciones visuales que imponen los cerros circundantes, determina una configuración de cuenca cerrada (Figura 21). La laguna constituye el elemento integrador y ordenador de esta tipología y, alrededor del cuerpo lacustre, se combinan los cerros circundantes, las formaciones de matorral y bosque esclerófilo y las actividades humanas de baja a media intervención, destacando las parcelas de agrado y zonas agrícolas. Se trata de una zona con un paisaje de alta calidad visual y valor estético, debido a la variabilidad cromática otorgada por los contrastes de verdes y ocreos circundantes y el color azul de la laguna.



Figura 21. Paisaje lacustre de Aculeo, fotografía tomada desde sector Piedra Molino, Septiembre 2003

- Paisaje agrícola y asentamientos poblados

Los asentamientos poblados son Pintué y Rangue, presentando las características propias de asentamientos humanos de carácter agrícola, moderadamente intervenidos visualmente por elementos recreativos e inmobiliarios. A escala media, presentan un relieve sin diferencias topográficas importantes, aún cuando a una escala más amplia están limitados por los cordones de cerros aledaños. Las cuencas visuales son pequeñas, con vistas restringidas por las construcciones, calles y señalética; situación que debiera modificarse para dar mayor ruralidad a esta tipología, condición que otorga mayor valor a este paisaje.

- Paisaje de media montaña

Esta tipología predomina en toda el área de estudio, actuando como fondo escénico, incluso como barrera visual, y constituyendo el elemento estructurador de la unidad. Los rasgos más destacados son las formas irregulares y de gran volumen que le otorga el relieve de cordones de cerros y quebradas de pendientes moderadas a abruptas (Figura 22). La flora del sector es el elemento predominante, conformada por matorrales y bosques esclerófilos que le otorgan una textura granulosa y un colorido que va de los tonos oscuros a claros del verde y ocre en los sectores desprovistos de vegetación, eventualmente coronado por manchones de nieve.



Figura 22. Paisaje de media montaña, sector Piedra Molino, Septiembre 2003

- Paisaje de alta montaña

Está constituido por las mesetas y cordones de los Altos de Cantillana, apenas intuidos desde los sectores planos. El elemento estructurador es el relieve abrupto que corona el paisaje, presentando visuales amplias en los sectores de meseta. Los rasgos más destacados son las formas irregulares de los cerros, de volúmenes pesados, con una variedad cromática que va de los colores ocres y plomos de las rocas desnudas a la gama de verdes proporcionada por la irregular distribución de la vegetación, conformada, esta última, por matorrales achaparrados. Eventualmente, en las partes más altas, también presenta manchones de nieve (Figuras 23 y 24).



Figuras 23 y 24. Paisaje de alta montaña sector loma de La Madera, Septiembre 2003.

4.5 Estructura territorial

4.5.1 Población

El área de estudio comprende las comunas de Melipilla, Alhué, San Pedro, Paine e Isla de Maipo, agrupadas en tres provincias de la región Metropolitana de Santiago, con una población total que alcanza a las 182.350 personas (INE, 2002). Los datos de la Tabla 26 nos indican la evolución de la población en las comunas del área de estudio, con una variación intercensal positiva de un 22,5% y un aumento neto de población de 33.463 personas, siendo Paine y Melipilla las que presentan una mayor dinámica.

También interesa destacar el aporte comunal a la superficie total del área de estudio. Es así como Alhué está totalmente considerado dentro del área, mientras que Melipilla y Paine aportan con cerca de un 50% de su territorio. En el caso de Paine, considera la cuenca de la laguna de Aculeo y los cordones montañosos de los Altos de Cantillana, en Melipilla los sectores de Tantehue, Cholqui, Chocalán, Rinconada de Chocalán, Cajón de Aculeo y Los Guindos y en San Pedro las nacientes del estero El Yali.

Tabla 26. Población, variación intercensal y superficie dentro del área de estudio de las comunas de Melipilla, Alhué, San Pedro, Paine e Isla de Maipo.

Comuna	Población 1992	Población 2002	Variación intercensal (%)	Superficie comunal (ha)	Superficie en área de estudio (ha)	%
Melipilla	80.255	94.540	17,8	134.480	64.052,3	31
Alhué	4.013	4.435	10,5	84.520	84.294,9	40,9
San Pedro	6.746	7.549	11,9	78.750	12.958,5	6,3
Paine	37.529	50.028	33,3	67.800	33.912,1	16,5
Isla de Maipo	20.344	25.798	26,8	18.870	10.821,1	5,3
Total	148.887	182.350	22,5	384.420	206.038,9	100

Fuente. INE, Censos de Población y Vivienda años 1992 y 2002.

a) Dinámica demográfica

De acuerdo a los resultados del Censo de Población y Vivienda del año 2002 y a las proyecciones del Instituto Nacional de Estadística (INE), en las comunas del área de estudio se observa un crecimiento absoluto de la población, con una tasa de crecimiento anual de 1,9% para la comuna de Melipilla y un aumento de 14.285 personas entre los años 1992 y 2002. Paine presenta la variación intercensal más alta, con un 33,3% y un incremento de 12.499 personas. La tasa de crecimiento estimada para esta comuna es de un 2,1% anual, siendo una de las más altas de toda la región Metropolitana. En el caso de San Pedro y Alhué, los crecimientos son menores con tasas anuales estimadas de un 1,2 y 0,5%, respectivamente.

En el caso de Paine, la dinámica demográfica está relacionada con el desarrollo de la actividad turística en los sectores ribereños de la laguna de Aculeo y en las cercanías de los poblados de Rangue y Pintué, los nuevos proyectos inmobiliarios y las posibilidades de empleo que suponen dichas actividades para la población local. En la actualidad, en Aculeo

se desarrollan importantes proyectos inmobiliarios con loteos de 5.000 m² y el surgimiento de las denominadas segundas residencias, especialmente en sectores ribereños de la laguna.

Cabe señalar que el área presenta, gran parte del año, una importante oferta turística que influye notoriamente en el comportamiento estacional de la población, presentando el distrito de Aculeo en el período estival una población flotante estimada en 4.000 personas, especialmente en los recintos recreacionales ribereños (Sepúlveda, 2002). En el caso de Melipilla, la dinámica demográfica también se vincula con las actividades económicas de la comuna, especialmente la agricultura de exportación y la agroindustria. En la práctica, se trata de actividades emergentes que demandan mano de obra local y contribuyen a disminuir la migración desde el campo a la ciudad, especialmente de población joven.

b) Estructura etárea de la población

El análisis de la información de las Tablas 27 y 28 nos indica que gran parte de la población del área de estudio se concentra, en ambos períodos censales, en los dos primeros grupos de edades, principalmente entre los 15 y 44 años (47,9 y 47,8% respectivamente). Es decir, se trata de una población joven. Sin embargo, al comparar la participación relativa de los grupos en los dos períodos considerados, es posible inferir algunas tendencias. En primer lugar, la mayor participación del grupo mayor de 65 años en todas las comunas, especialmente en Alhué y San Pedro, junto a la disminución relativa de la población más joven, entre los 0 y 14 años. Sólo el grupo 15-44 años mantiene una participación similar en ambos períodos, aumentando la proporción de población a partir de los 45 años. Estos datos nos confirman una tendencia más general que afecta a la población chilena, conocida como *transición demográfica hacia el envejecimiento*, proceso relacionado, por una parte, con la disminución de la tasa global de fecundidad y el aumento de la esperanza de vida y, por otra, con el aumento de las migraciones de población joven desde zonas rurales hacia centros urbanos. Es precisamente este segmento de población el que determina el despoblamiento, envejecimiento y aumento de la población urbana. En el área de estudio este proceso sería más intenso en las comunas rurales del secano interior, especialmente San Pedro y Alhué

Tabla 27. Estructura etárea de la población en las comunas de Melipilla, Alhué, San Pedro, Paine e Isla de Maipo (1992)

Comuna	Grupo etáreo								Total
	0-14	%	15-44	%	45-64	%	> 65	%	
Melipilla	24.968	31	38.289	48	11.987	15	5.011	6	80.255
Alhué	1.273	32	1.787	44,5	615	15	338	8,5	4.013
San Pedro	1.934	29	2.969	44	1.246	18	597	8	6.746
Paine	11.749	31,5	18.542	49,5	5.110	13,5	2.128	5,5	37.529
I De Maipo	6.301	30,9	9.769	48	2.920	14,3	1.354	6,6	20.344
Total	46.225	31	71.356	47,9	21.878	14,6	9.428	6,3	148.887

Fuente. INE, Censo de Población y Vivienda año 2002.

Tabla 28. Estructura etárea de la población en las comunas de Melipilla, Alhué, San Pedro, Paine e Isla de Maipo (2002)

Comuna	Grupo etáreo								Total
	0-14	%	15-44	%	45-64	%	> 65	%	
Melipilla	25.409	26,8	44.961	47,6	16.847	17,8	7.323	7,8	94.540
Alhué	1.211	27,3	2.029	45,7	764	17,2	431	9,8	4.435
San Pedro	1.908	25,3	3.324	44	1.525	20,2	792	10,5	7.549
Paine	14.016	28	24.517	49	8.352	16,7	3.143	6,3	50.028
I De Maipo	7.025	27,2	12.504	48,4	4.644	18	1.625	6,4	25.798
Total	49.569	27,2	87.335	47,8	32.132	17,6	13.314	7,4	182.350

Fuente. INE, Censo de Población y Vivienda año 2002.

c) Distribución de la población y centros poblados

En las comunas del área de estudio el 62,5% de la población es urbana, con un total de 113.978 personas, y un 37,5% es rural (Tabla 29), siendo la ciudad de Melipilla la que concentra la mayor cantidad de población. Las entidades urbanas localizadas dentro del área son la Villa Alhué y Hospital y las entidades rurales Cholqui, Mandinga, El Asiento, Ignacio Carrera Pinto, Pintué, Rangue y San Vicente de Naltahua. Al comparar los datos censales de la Tabla 29 se observa, en general, un aumento de la población urbana y una disminución de la población rural, especialmente en la comuna de Paine, mientras que la comuna de Melipilla mantiene, en ambos períodos, una participación relativa similar. Si excluimos del análisis las ciudades de Melipilla y Paine, por estar fuera del área de estudio, podemos concluir que la población es eminentemente rural y que se encuentra asentada en forma dispersa en aldeas, caseríos, fundos, parcelas de agrado e hijuelas. En la Tabla 30 se entrega información de las entidades urbanas y rurales del área.

Tabla 29. Distribución de la población urbana y rural en el área de estudio (1992-2002).

Comuna	Censo 1992					Censo 2002				
	Urbana	%	Rural	%	Total	Urbana	%	Rural	%	Total
Melipilla	51.306	64	28.949	36	80.255	60.898	64,4	33.642	36,8	94.540
Alhué	0	0	4.013	100	4.013	2.593	58,5	1.842	41,5	4.435
San Pedro	0	0	6.746	100	6.746	0	0	7.549	100	7.549
Paine	19.973	53,2	17.556	46,8	37.529	31.622	63,2	18.406	36,8	50.028
I. De Maipo	13.568	67	6.776	33	20.344	18.865	73,1	6.933	26,9	25.798
Total	84.847	56,9	64.040	43,1	148.887	113.978	62,5	68.372	37,5	182.350

Fuente. INE, Censos de Población y Vivienda 1992 y 2002.

Tabla 30. Población en localidades pobladas del área de estudio (1992).

Comuna	Nombre localidad	Tipo de entidad	Población 1992
Melipilla	Cholqui	Aldea	333
	Mandinga	Aldea	316
Alhué	Villa Alhué	Aldea	1.657
	Ignacio Carrera Pinto	Aldea	421
	El Asiento	Aldea	392
Paine	Hospital	Pueblo	1.999
	Rangue	Aldea	552
	Pintué	Aldea	s/i
	La Guachera	Aldea	374
Isla de Maipo	San Vicente de Naltahua	Aldea	442
Total			6.486

Fuente. INE, Censo de Población y Vivienda 1992.

De acuerdo a la información del Censo de Población y Vivienda del año 2002, la población que actualmente habita dentro de los límites del área de estudio alcanza a las 31.394 personas, distribuidas de la siguiente manera: 14.398 personas en la comuna de Melipilla; 12.065 en la comuna de Paine; 4.435 en la comuna de Alhué y; 496 personas en la comuna de San Pedro. De esta cifra, 3.992 personas corresponden a población urbana (12,7%), mientras que 27.402 a población rural (87,3%; Tabla 31). Los datos nos indican que en el área de estudio existe una baja densidad de población, con asentamientos rurales dispersos localizados, principalmente, en valles y rinconadas.

Tabla 31. Población que habita dentro de los límites del área de estudio según comuna y distrito censal, Censo 2002^(*).

Comuna	Distrito Censal	Población	%
Melipilla	Chocalán (D.C 3)	4.229	
	Cholqui (D.C 4)	1.388	
	Los Guindos (D.C 5)	2.947	
	Los Maitenes (D.C 6)	3.820	
	Culiprán (D.C 7)	1.279	
	Codigua (D.C 15)	735	
Subtotal		14.398	45,8
Alhué	Villa Alhué (D.C 1)	s/i	
	Toro (D.C 2)	s/i	
	Polulo (D.C 3)	s/i	
	Yerbas Buenas (D.C 4)	s/i	
	Carén (D.C 5)	s/i	
Subtotal		4.435⁽¹⁾	14,1
San Pedro	Santa Rosa (D.C 3)	496	
Subtotal		496	1,7
Paine	Aculeo (D.C 4)	4.662	
	Champa (D.C 8)	4.653	
	Abrantes (D.C 9)	2.750	
Subtotal		12.065	38,4
Total		31.394	100

s/i: sin información

⁽¹⁾ La comuna de Alhué está integrada totalmente dentro del área de estudio, por lo tanto el valor que se entrega corresponde a la cifra de población total comunal del Censo del año 2002.

^(*) No considera la población de los distritos censales de la comuna de Isla de Maipo.

d) Pobreza e indicadores de desarrollo humano

La información de pobreza a nivel comunal se obtuvo de la encuesta CASEN del año 1998, según las proyecciones de población para ese año (MPRMS-PTM-CBP, 2002). En la Tabla 32 se observa que la población pobre en las comunas consideradas alcanzaba a las 36.462 personas (21,9%), con un 4,9% de indigencia. En términos relativos, la situación más precaria se presenta en la comuna de Alhué, con un 25,7% de pobreza. Melipilla y Paine presentan los mejores guarismos en relación con la indigencia, mientras que en la categoría de pobres no indigentes son las comunas de San Pedro y Paine las de mejor comportamiento.

Tabla 32. Niveles de pobreza según comuna (1998).

Comuna	Niveles de pobreza							
	Indigentes		Pobres no indigentes		No pobres		Total	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Melipilla	4.101	4,5	16.103	17,7	70.816	77,8	91.020	100
Alhué	276	6	907	19,7	3.418	74,3	4.601	100
San Pedro	447	6,4	757	10,8	5.822	82,9	7.026	100
Paine	2.141	4,8	6.937	15,7	35.227	79,5	44.305	100
Isla de Maipo	737	3,4	4.056	18,3	17.346	78,3	22.139	100
Total	7.702	4,9	28.760	17	132.629	78,1	169.091	100

Fuente. MIDEPLAN, 1998. Encuesta Casen.

En relación con el Indicador de Desarrollo Humano (IDH), la situación a nivel comunal es la siguiente. Melipilla presenta un IDH de 0,701, lo que ubica a esta comuna en el lugar 126 del ranking, con un nivel de logro relativo alto. San Pedro presentaba un IDH de 0,679 ocupando el casillero 175 y un nivel de logro medio, situación que es similar en la comuna de Isla de Maipo. En el caso de Alhué, el índice fue de 0,661 con el puesto 226 y un nivel de logro bajo, siendo esta comuna la peor clasificada en relación al logro relativo de la región Metropolitana. Paine obtuvo un índice de 0,735 y ocupó el lugar 55 del ranking, con un logro relativo muy alto.

4.5.2 Uso del suelo y actividades económicas asociadas

La información del informe "Biodiversity Conservation in Los Altos de Cantillana-Chile" (GEF) y del EIA "Modificación del Plan Regulador Metropolitano de Santiago, provincias de Talagante y Melipilla, Comunas de Buin y Paine (MPRMS pTM-cBP), nos proporciona la información necesaria para la caracterización del uso del suelo en el área de estudio, especialmente los antecedentes del proyecto GEF por cuanto están referidos, específicamente, al área del proyecto; es decir, a las 185.848,1 hectáreas. Desde un punto de vista metodológico, la descripción del uso del suelo es complementada con información obtenida en terreno, para aquellos sectores donde fue posible acceder. La Tabla 33 muestra la distribución del uso del suelo en el área del proyecto, ocupando la ganadería el 44,7% de la superficie total, la agricultura un 21,8%, el uso silvopastoral el 15,8% y el uso forestal un 8,1% (Anexo 3; Carta 8, Uso del suelo).

Tabla 33. Uso del suelo en el área de estudio.

Uso del suelo	Superficie (ha)	%
Agroindustria	1.513,5	0,7
Cultivos anuales	42.873,4	20,8
Cultivos permanentes	247,6	0,1
Ganadero	28015,5	13,6
Ganadero estacional	10.162,7	4,9
Ganadero extensivo	44.588,1	21,6
Forestal	1.460,1	0,7
Forestal extensivo	27.215,6	13,2
Silvopastoril	28.275,75	13,7
Parcelas campesinas	2.129,3	1,0
Residencial (inmobiliario)	1315,9	0,7
Minería	6.462,8	3,1
Turismo y recreación (clubes de campo)	125,6	0,1
Áreas protegidas	8.335,2	4,0
Pueblos y aldeas	478,6	0,2
Cuerpos de agua	1639,4	0,8
Caja de río	1199,7	0,6
Total	206.038,9	100

Fuente. Proyecto GEF, 2002.

a) Uso agrícola

En gran parte de estas zonas se realiza una actividad agrícola intensiva, principalmente cultivos anuales en áreas de secano y de riego, en las comunas de Melipilla, San Pedro, Alhué y Paine. Los sectores corresponden a valles con pendientes que no superan el 10% y donde la actividad agrícola está consolidada. A nivel comunal, Melipilla presenta la mayor superficie de este uso, con un 83,1% de su superficie total destinada a la agricultura (INE, 1997).

En la comuna de Alhué la agricultura tiene una fuerte presencia, sin embargo no se observa un importante desarrollo debido, principalmente, a las restricciones del suelo y la disponibilidad de riego. No obstante lo anterior, en las últimas décadas, se observa en esta comuna un importante desarrollo de la horticultura con el uso de modernos sistemas de irrigación, características similares que también presenta la comuna de San Pedro. En Paine la exportación de bienes agrícolas intermedios es una de las actividades primarias más importantes de la comuna (Pladeco, 1996), especialmente en las áreas próximas a la Laguna de Aculeo, sectores en los cuales la agricultura juega un rol importante en términos de generación de empleo e ingresos para la población local. Sin embargo, en las últimas décadas se ha observado una reducción de las tierras arables, producto del desarrollo inmobiliario, con una disminución de cultivos anuales y la consolidación de la horticultura y viñedos (Figuras 25 y 26). Estos usos del suelo se desarrollan en suelos regados de origen sedimentario, con capacidades de uso II y III, principalmente en sectores aledaños a la ribera sur de la Laguna Aculeo.

El uso agrícola de subsistencia se presenta en sectores de pequeños parceleros de las comunas de Melipilla y Paine, con una superficie de 2.129,3 hectáreas (1,0%). En esta última comuna, en torno a la Laguna de Aculeo y del camino G-546 que une Pintué con Rangué. Se trata, básicamente, de actividades de subsistencia que complementan el consumo familiar y, eventualmente, reportan ingresos por la venta de hortalizas y otros productos agrícolas elaborados. En el caso de los cultivos permanentes, estos corresponden a 247,6 hectáreas de frutales y viñedos localizados en Melipilla, Isla de Maipo y Paine (Figuras 27 y 28).



Figuras 25 y 26. Actividad agrícola Hacienda Tantehue, Noviembre 2003



Figuras 27 y 28. Actividad agrícola valle del estero Popeta y embalse de riego valle del estero Alhué, Noviembre 2003

El uso agroindustrial considera todas aquellas construcciones y equipamiento de apoyo cuyo objetivo es la transformación de materias primas generadas en la agricultura. Se observan tres áreas en la comuna de Melipilla, con una superficie de 1.513,5 hectáreas, localizadas en el Cajón de Aculeo, el valle del estero Carmen Alto y el valle del Cajón del Rey. En estos sectores, también se observó la presencia de planteles avícolas y porcícolas. Cabe señalar que estos usos, generalmente, se ubican en las áreas de contacto de los cordones montañosos y los valles; es decir, en las denominadas rinconadas y poseen buena accesibilidad. También existen numerosos planteles avícolas y porcícolas en el valle de Alhué.

Finalmente, las observaciones de terreno nos permiten inferir que, antiguamente, algunos sectores montañosos del área fueron cultivados, posiblemente con trigo. La existencia de antiguos roces, colonizados con praderas naturales y chagual, en zonas con fuerte pendiente y topografía escarpada en

el Fdo. Rinconada de Chocalán y Rangué, evidencia la intervención y ocupación de parte de este cordón montañoso.

b) Ganadería

El uso ganadero representa el 40,1% de la superficie total del área de estudio y considera el uso ganadero extensivo y estacional, siendo el uso que presenta la mayor participación, en términos de superficie, dentro del área definida por el proyecto GEF como prioritaria para la conservación, con un total de 82.766,3 hectáreas. Las áreas destinadas a la ganadería se localizan entre el pie de monte y las altas cumbre del Cordón de Cantillana ocupando, según las estación del año, el matorral esclerófilo abierto que cubre las laderas y quebradas y el matorral bajo sub-andino asociado a un estrato herbáceo abundante. El uso ganadero más intensivo se desarrolla gran parte del año en terrenos bajos que presentan pendientes inferiores a un 30%, destacando los sectores Cajón de Las Casas, en las nacientes del estero Tantehue, San Antonio de Naltahua, sector estero Los Guindos, rinconadas estero Alhué, Cajón de Piche y Fundo La Huachera.

La zona de uso extensivo localizada en gran parte del cordón montañoso de Cantillana, en sectores con pendientes que superan el 50%, son utilizadas en los períodos en que disminuye la disponibilidad de forraje en las partes bajas. Estas áreas presentan una cobertura vegetal de matorral, matorral arborescente, renovales y bosque nativo. Por último, se identificó el uso ganadero estacional en las partes más altas del Cordón de Cantillana, entre los 1.600 y 2.250 m.s.n.m. Se trata de una actividad estacional realizada entre los meses de octubre y marzo.

Según información proporcionada por lugareños, en época estival las praderas y formaciones arbustivas de la meseta de Cantillana y sectores aledaños sustentan una masa de 200 animales vacunos y cabalares. Respecto a la biomasa por hectárea que la zona entregaría para aprovechamiento de ganado, ésta se estima en 4.000 kg/ha (Fuentes y Peñaloza, 1982), debido, principalmente, a la existencia de varias especies vegetales de alta calidad palatable en las formaciones arbóreas y herbáceas del sector¹.

c) Forestal

Comprende una superficie total de 28.675,7 hectáreas, siendo la actividad forestal extensiva la más importante. El uso forestal considera la extracción de madera para leña y carbón, práctica ampliamente extendida en el área y que ha provocado importantes impactos sobre la vegetación nativa y los suelos. Cabe señalar que esta actividad ha disminuido en el tiempo, producto de la dictación de leyes que prohíben, en la región Metropolitana y comunas aledañas, el uso de chimeneas a leña. Sin embargo, entre los meses de septiembre a diciembre, representa un ingreso monetario de importancia para los trabajadores “apatronados” que se dedican a este rubro, recibiendo en promedio \$ 6.000 por jornada de carboneo y entre \$ 30 y \$ 100 por kg de leña. Adicionalmente, algunos propietarios venden trozas cortas de *Quillaja saponaria* a una planta astilladora ubicada en la ciudad de Quilpué. En terreno, también se observaron restos de antiguos “monos” o estructuras utilizadas para la elaboración de carbón, en los Fdos. La Huachera y Rangué, en la comuna de Paine, y en el Fdo. Los Lagartos, en el Cajón de Piche-Lisboa de la comuna de Alhué (Figuras 28, 29, 30 y 31). Las áreas en que el proyecto GEF identifica este uso son: Cerro Calabozo y Loma El Almendro, en la comuna de Melipilla; Cerro Aguila Sur y Loma El Fraile, en Paine; cordones de cerros en el valle del estero Alhué y; Loma de Los Entierros en la comuna de San Pedro.

¹ Comunicación personal Sr. Manuel Bustos, Jefe Provincial de INDAP (19/01/2001). Citado en Sepúlveda 2002.



Figuras 28 y 29. Extracción de tierra de hoja o “tierra de litre” y elaboración de carbón, sector Fdo. La Huachera, comuna de Paine, Septiembre 2003



Figuras 30 y 31. Extracción de tierra de hoja o “tierra de litre” y elaboración de carbón, sector Fdo. Los Lagartos, Cajón Piche-Lisboa, comuna de Alhué, Noviembre 2003

El uso denominado forestal no maderero está asociado a la extracción de materia orgánica del suelo y se localiza en la vertiente este del Cordón de Cantillana, en las inmediaciones de la Laguna de Aculeo en los Fdos. La Huachera, Rangue y Alto Laguna, dentro de las áreas prioritarias de conservación. La extracción de materia orgánica se realiza entre los meses de septiembre y enero, época que coincide con la construcción y mantenimiento de parques y jardines en la región Metropolitana (Sepúlveda, 2002). Esta labor es realizada por obreros “apatronados” que extraen, ensacan y transportan el producto hacia las partes bajas de los predios, recibiendo un sueldo promedio mensual de aproximadamente \$ 120.000, cifra que representa cerca del 95% del ingreso familiar.

Los propietarios comercializan la tierra de litre en sacos de 25 kg, a un precio promedio de \$ 1.000, a distribuidores locales los cuales, posteriormente venden a un precio que fluctúa entre los 10.000 y 14.000 \$/m³ a viveros y municipalidades. Según Sepúlveda (2002), “existen extractores que no poseen predios por lo que deben pagar un derecho a puerta de \$ 1.500 por camión a la asociación de 36 productores dueños de los cerros”. Este mismo autor señala que para los propietarios particulares esta actividad, en términos económicos, es marginal y que los ingresos percibidos son entregados como bonos para los trabajadores.

En terreno se observó el proceso de trabajo asociado a la extracción de materia orgánica el cual consiste, básicamente, en la remoción completa de la capa superficial del suelo que rodea la especie arbórea o arbustiva, eliminando totalmente la cobertura vegetal que rodea la planta. La especie utilizada es el litre y los sectores en que su crecimiento y el de otras especies asociadas presenta una alta densidad (GEF, 2002).

d) Silvopastoral

Este uso abarca una superficie total de 28.275,8 hectáreas y se ubica en las siguientes áreas: parte alta del Cordón de Cantillana y ribera norte de La Laguna Aculeo, en la comuna de Paine; Cajón de Aculeo, estero Carmen Alto, estero Cholqui, Cordón de Culipran, Cajón de Panamá, Loma El Rodeo y Loma El Divisadero, en la comuna de Melipilla y; Loma Perales, Cajón Hueque y Loma del Medio, en la comuna de Alhué. En estas zonas se desarrollan actividades forestales y ganaderas extensivas de magnitudes similares, siendo las primeras la extracción de madera para leña y carbón y, las segundas, la crianza de bovinos. Ambas, se realizan en terrenos con pendientes de hasta un 30% y con formaciones vegetales caracterizadas por la presencia de matorrales, renovales y bosque nativo.

e) Residencial

El uso residencial corresponde a proyectos inmobiliarios desarrollados alrededor de La Laguna Aculeo, con una superficie aproximada de 1.315,9 hectáreas. En la práctica, implica un incremento exponencial en la intensidad de uso del suelo y el surgimiento de segundas residencias, todo lo anterior favorecido por las condiciones ambientales del área y su buena accesibilidad desde la Ruta 5 Sur. La venta de parcelas de agrado en los bordes de la laguna y de grandes extensiones de cerros, ha permitido un importante desarrollo de estos proyectos destacando, en la zona oeste y nor-oeste, los proyectos Alto Laguna y Piedra Molino, con loteos de 5.000 m², construcción de avenidas y caminos asfaltados, equipamiento e infraestructura de apoyo a las actividades residenciales. En la parte norte, sobre terrenos planos a ondulados y terrenos escarpados, los condominios privados Bosques de Aculeo, Huertos de Rangue y Parcelación Rangue.

f) Turismo y recreación

Este uso se concentra en torno a la Laguna de Aculeo, siendo la localidad de Pintué el sector con mayor densidad de ocupación y localización de complejos turísticos. Es importante señalar que los complejos turístico-recreativos y los proyectos inmobiliarios, constituyen una fuente de trabajo e ingresos para las familias del sector, principalmente las actividades de parcelación, que requieren personal no calificado para el despeje de terrenos y obra gruesa y semi-calificado para el trabajo con maquinaria pesada, delimitación de parcelas y construcción de viviendas (Sepúlveda, 2002). En los complejos turísticos y en los condominios privados la oferta de trabajo, de carácter marcadamente estacional, esta relacionada, con la prestación de servicios personales de mantenimiento de equipamiento turístico y viviendas.

g) Minería

De acuerdo a la información del proyecto GEF la superficie de este uso alcanza a las 6.462,8 hectáreas, siendo la minería una actividad intensiva en el uso del suelo. De acuerdo a información de SERNAGEOMIN (1996), en el área de estudio existe un total de 23 yacimientos metálicos y no metálicos, siendo el cobre el mineral más importante (Tabla 34; Anexo 3; Carta 3, Formaciones geológicas y yacimientos mineros). La actividad minera se realiza en las comunas de Melipilla y Alhué, con mayor intensidad en sectores del Cajón de Aculeo, Horcón de Piedra y Cajón de Lisboa, en el límite sur del cordón de Cantillana. En el Cajón de Aculeo se ubica la mina Las Abuelitas, dedicada a la producción de caliza y, en Alhué, la mina Pedro Valencia con producción de cobre y plata.

En este último yacimiento, de propiedad de la Soc. Legal Minera Las Cenizas, se observó en terreno una gran intervención de la minería, con caminos privados, depósitos de materiales, galerías de explotación y derrames de material pétreo sobre laderas con vegetación nativa. El área se ubica en el lindero sur del cordón Cantillana, con alturas que fluctúan entre los 700 y 1.845 m.s.n.m, próxima al cerro del mismo nombre (2.281 m.s.n.m).

De acuerdo a información proporcionada por Minera Florida S.A “Minera Florida S.A es una empresa de la mediana minería que opera desde el año 1988 en la zona de Alhué, cercana a la localidad de El Asiento, dedicada a las faenas de extracción y procesamiento de minerales polimetálicos (oro, plata y zinc). La Planta de Beneficio tiene en la actualidad una capacidad para procesar 35.000 toneladas mensuales, de las cuales se obtienen oro y plata metálicos que se comercializan en la fundición Ventanas de ENAMI y concentrado de zinc que se exporta al exterior. El material estéril de la planta es depositado en un tranque de relave de 5,5 millones de toneladas de capacidad y 38 hectáreas de superficie. En la actualidad, está en proceso de estudio el proyecto de ampliación del referido depósito en 6 millones de toneladas. El abastecimiento del mineral a la Planta de Beneficio de Minerales, proviene en lo principal de la explotación de la Mina Pedro Valencia y otras de propiedad de terceros”² (Figuras 32, 33, 34 y 35).

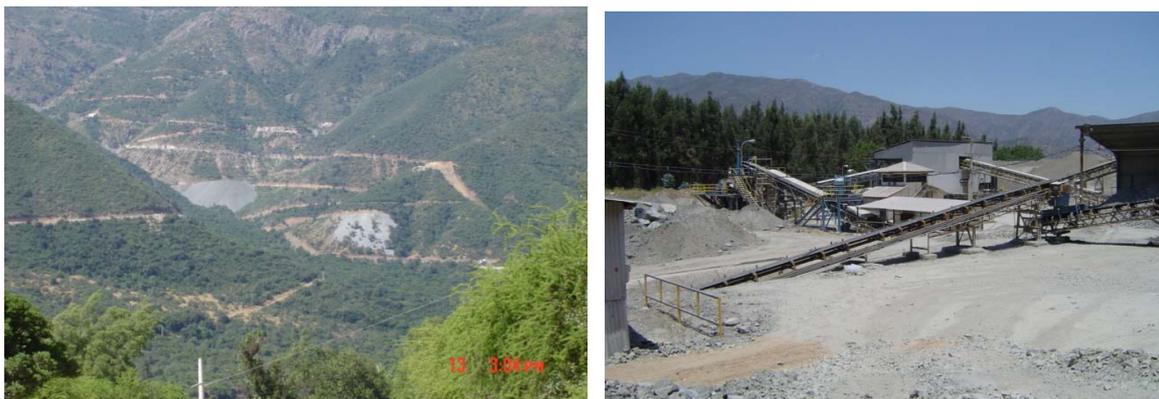


Figura 32 y 33. Mina Pedro Valencia y Planta de Beneficio de Minerales, Minera Florida S.A, sector El Asiento, comuna de Alhué, Noviembre 2003

² Minera Florida S.A. Ref: Observaciones al Informe EULA de Zonificación Area Cordón de Cantillana. Santiago, Enero 5 de 2004.



Figuras 34 y 35. Tunnel de acceso a galerías de explotación Mina Pedro Valencia (860 m.s.n.m) y preparación de faenas, Enero 2004

Desde un punto de vista económico y social las actividades de la empresa constituyen un importante aporte al desarrollo de la comuna de Alhué, principalmente por la generación de empleo en un sector de difícil reinserción laboral. Las operaciones de Minera Florida S.A generan cerca de 400 puestos de trabajo directos e indirectos, beneficiando a cerca de 2.000 personas.

Según lo manifestado por propietarios y lugareños del sector de Rangué, en la vertiente oriental del Cordón de Cantillana, en la comuna de Paine, antiguamente se realizaron actividades mineras extractivas a pequeña escala. Es así como en terreno, desde el sector Puerta Los Quillayes, ubicado a 1.518 m.s.n.m dentro del Fdo. Rangué, se observaron depósitos de materiales y relaves de una antigua mina, conocida con el nombre de La Palmilla, ubicada en las nacientes de la quebrada del mismo nombre. La toponimia de las cartas IGM, escala 1:25.000, Cerro Cantillana y Estero Cholqui, también indican la importancia de la actividad minera en el área, con nombres como Quebrada Loma Las Minas, Cordón La Mina, Quebrada Mina de Plata, Loma La Mina y Mina Las Abuelitas. También, en el sector de quebrada Agua Fría, adyacente a la mina Pedro Valencia, se observaron los restos de una antigua explotación minera conocida como Madariaga, con tuneles de penetración y un relave. Finalmente, en el sector San Antonio de Naltahua, en la comuna de Isla de Maipo y adyacente al río del mismo nombre, se visitó la antigua mina de cobre El Escorial (Figuras 36 y 37).



Figuras 36 y 37. Restos de la antigua mina de cobre El Escorial, San Antonio de Naltahua, comuna de Isla de Maipo, Enero 2004.

Tabla 34. Yacimientos metálicos y no metálicos en el área de estudio.

Código	Nombre	Tipo	Comuna-sector	Coordenadas UTM	Tipo de roca
122	Sol	Au; Cu	Alhué Loma del Medio	6237,614-304,467	Granitoide
123	Cacique	Au; Cu; Ag	Alhué Cajón Hueque	6236,200-301,500	Granitoide
124	Cacique	Au	Alhué Los Linderos	6236,500-305,300	Andesita
199	Loma Larga	Cu; Ag	Melipilla Cerro Guanáco	6260,100-306,700	Andesita
201	Cholqui	Cu	Melipilla Cerro La Patagua	6258,000-303,300	Granito
205	Blanca Elena	Fe	Melipilla Cerro Romazas	6256,950-303,300	Andesita
206	San Matías	Cu	Melipilla Cajón de Aculeo	6257, 250-314,750	Andesita
207	Buena Esperanza	Cu; Ag	Melipilla Cajón de Aculeo	6256,300-314,450	Andesita
208	Mantos Negros	Cu	Melipilla Cajón de Aculeo	6256,285-312,800	Andesita
209	Andacollo	Cu	Melipilla Loma Las Trancas	6255,450-309,700	Andesita
210	Irma	Au; Cu	Melipilla Cajón de Panamá	6253,350-310,650	Andesita
213	San Eugenio	Cu	Melipilla Cajón Serrano	6253,150-306,350	Andesita
214	Rosario	Cu	Melipilla Cajón Serrano	6252,600-306,650	Andesita
215	Emilia	Au; Cu	Melipilla Cordón Matancilla	6251,550-311,550	Granodiorita
216	Guías de Paliocabe	Cu	Melipilla Cajón de Los Bellotos	6251,550-305,700	Andesita
217	La Pirita	Cu	Alhué Cajón de Lisboa	6243,100-312,550	Lavas
218	La Mostaza...	Cu	Melipilla Horcón de Piedra	6249,550-314,800	Andesita
220	El Pleito	Au	Alhué Loma del Medio	6240,550-305,100	Andesita
221	El Peral	Cu	Alhué Loma del Medio	6238,350-306,650	Andesita
417	Las Abuelitas	Caliza	Melipilla Cajón de Aculeo	6255,250-313,250	*
412	Sin nombre	Au	Alhué Loma los Entierros	6239,900-299,700	Granodiorita
438	Los Azuillos...	Dumortierita	Melipilla Horcón de Piedra	6249,000-315,000	Toba
552	Las Minitas	Cu	Melipilla Cerro Las Minitas	6254,650-311,250	Andesita

Fuente. Mapa Geológico del área de San Antonio-Melipilla (Mapa N° 2). R. Wall, P. Gana y A. Gutierrez. SERNAGEOMIN, 1996.

h) Areas protegidas

Las áreas protegidas abarcan 8.335,2 hectáreas que corresponden a la Reserva Nacional Roblería del Cobre de Loncha. Esta reserva se ubica en la parte alta de la cuenca del estero Carén y fue declarada reserva por el D.S N° 62 (MINAGRI 25/07/96), debido a la existencia en el área de especies de flora y fauna en estado vulnerable. La mayoría de estas especies son de carácter endémico, como el peumo, boldo, quillay, hualo y palma chilena. El área es administrada por CONAF VI Región, a través de un comodato entregado por CODELCO al Ministerio de Agricultura.

A través del Decreto SAG N° 382, de fecha 28 de octubre de 1997, se prohíbe la caza de fauna silvestre y se establece veda para la totalidad de especies de aves, mamíferos, anfibios y reptiles en toda el área de los Altos de Cantillana, Laguna de Aculeo y Tantehue, con una superficie de, aproximadamente, 112.541 hectáreas en las comunas de Melipilla (54.236 ha), San Pedro (4.774 ha) y Alhué (53.531 ha). Cabe señalar que este decreto regula, para estos fines, el 60,3% de la superficie total del área de estudio.

Otra zona especial corresponde al área de protección de ecosistemas vegetacionales de la Hacienda Tantehue (Decreto MINAGRI N° 427 de 30 de agosto de 1968), con una superficie total de 12.451,2 hectáreas y que comprende totalmente la Hacienda Tantehue, de propiedad de Agrícola Tantehue Ltda. Este decreto prohíbe la corta de los árboles situados en quebradas u otras áreas no susceptibles de aprovechamiento agrícola o ganadero, existentes dentro del predio rústico denominado Tantehue.

Cabe señalar que el proyecto GEF considera sólo la Reserva Nacional Roblería del Cobre de Loncha como un área protegida, no incluyendo en esta categoría de uso del suelo la Hacienda Tantehue y el resto de los territorios protegidos por algunos de los decretos antes señalados. En este sentido, el proyecto GEF considera estas áreas como “sectores de importancia ecológica”, mientras que en la Evaluación de Impacto Ambiental del MPRMS pTM-cBP se definen como “áreas bajo protección oficial”.

i) Pueblos y aldeas

Corresponde a sectores con uso intensivo del suelo, principalmente uso residencial, equipamiento y servicios de apoyo. En la comuna de Alhué destaca la Villa Alhué, con una alta densidad de habitantes por unidad de superficie, y en la comuna de Paine las localidades de Hospital, Pintué y Rangue. Entre los asentamientos rurales debemos mencionar Cholqui y Mandinga, en la comuna de Melipilla, Ignacio Carrera Pinto y El Asiento, en la comuna de Alhué, y la Huachera en la comuna de Paine.

j) Uso del suelo y conservación

El área descrita por el proyecto GEF alcanza a las 206.038,9 hectáreas, de las cuales 104.472 hectáreas corresponden a sectores de *importancia ecológica*. Tanto en términos de superficie como de zonas, es muy similar a los *sitios prioritarios para la conservación de la diversidad biológica* establecidos en la evaluación ambiental del MPRMS pTM-cBP, reconociéndose en ambas zonificaciones, especialmente en la del proyecto GEF, la importancia de los valles y rinconadas en el desarrollo actual de actividades intensivas en el uso del suelo, como los cultivos anuales y permanentes, agroindustria, ganadería y minería.

En el caso de los sitios o áreas prioritarias para la conservación, que incluye la Hacienda Tantehue, La Roblería de Loncha y Los Altos de Cantillana, los usos del suelo son de carácter extensivo, predominando la ganadería extensiva y estacional, uso silvopastoral y forestal.

Indudablemente, las restricciones físicas del entorno natural junto a las difíciles condiciones de accesibilidad al área de estudio, constituyen factores que limitan y/o condicionan el uso intensivo del suelo, limitándose éste a las partes más bajas de valles, rinconadas y áreas adyacentes a la Laguna de Aculeo. Sin embargo, la información disponible y las observaciones realizadas en terreno, nos permiten concluir que en la actualidad ciertos usos del suelo, especialmente la ganadería extensiva-estacional y el uso forestal extensivo-no maderero, son incompatibles con los objetivos de conservación de importantes zonas, las cuales presentan un alto valor natural y, al mismo tiempo, son ecológicamente frágiles. En este sentido, podemos mencionar las nacientes de las cuencas hidrógráficas del Cordón de Cantillana, especialmente el Cajón de Lisboa, las quebradas que drenan hacia la Laguna Aculeo y las nacientes del estero Yali, la meseta de Cantillana, las partes altas del estero Alhué, en la Roblería de Loncha, y los sectores de mayor altitud de la Hacienda Tantehue.

4.5.3 Uso del suelo planificado

El área de estudio está en proceso de actualización de las normativas de planificación territorial, mediante la incorporación del área al Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS), vigente en virtud de la Resolución N° 20 del Consejo Regional Metropolitano de Santiago (SEREMI-MINVU, 1992). La incorporación del área se materializa mediante la propuesta "Modificación del Plan Regulador Metropolitano de Santiago, provincias de Talagante y Melipilla, Comunas de Buin y Paine (MPRMS pTM-cBP), según lo establecido en el D.S. N° 75 de 2001 de Vivienda y Urbanismo, que indica la necesidad de incorporar las áreas rurales de carácter intercomunal al suelo normado (Art. 2.1.7) y atender a lo dispuesto respecto de la jerarquía de los instrumentos de planificación (Art. 2.1.1).

En virtud de estas disposiciones, el área de estudio, en general, está considerada como *Áreas Restringidas o Excluidas al Desarrollo Urbano*, por cuanto el territorio a planificar presenta condiciones físicas y naturales que imponen restricciones al proceso de urbanización, ya sea por constituir un peligro potencial para los asentamientos humanos o por presentar un alto valor ecológico, paisajístico o silvoagropecuario. En este último sentido, debe entenderse a las Áreas Restringidas o Excluidas al Desarrollo Urbano, como sectores que constituyen un patrimonio ambiental natural y que, por lo tanto, deben ser considerados en la planificación de modo que cualquier intervención humana que tenga lugar en estos territorios, sea desarrollada en forma racional y en equilibrio con éste. La propuesta de zonificación del uso del suelo para el área de estudio se entrega en el Anexo 3; Carta 9, Uso del suelo planificado.

En consecuencia con lo anterior, el MPRMS pTM-cBP recoge diversas disposiciones legales que han tenido como objetivo fundamental la valoración y protección del patrimonio natural y cultural del área, constituyendo normativas de protección aplicables. Estas disposiciones legales son las siguientes:

- D° 427 de 1968 (MINAGRI): establece como Areas de Protección de Ecosistemas Vegetacionales el sector de la Hacienda Tantehue.
- D° 62 de 1996 (MINAGRI): incorpora al Sistema Nacional de Areas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) la Reserva Nacional Roblería de Loncha.
- D° 382 de 1998 (SAG): establece el Area de Conservación de Fauna Silvestre Altos de Cantillana, Laguna de Aculeo y Tantehue.
- D° 11 de 1974 (MINEDUC): declara Monumento Nacional la Iglesia y Casa Parroquial de Alhue.
- D° 125 de 1983 (MINEDUC): declara Zona Típica al Pueblo de Alhué.
- D° 189 de 2001 (MINEDUC): declara Zona Típica a la Iglesia del Ex Fundo Rangué.
- D° 189 de 2001 (MINEDUC): declara Monumento Histórico la Casa Esquina del Ex Fundo Rangué.

En la Tabla 35 se describen los usos del suelo propuestos en el MPRMS pTM-cBP, según superficie y tipologías presentes en el área de estudio.

Tabla 35. Uso del suelo planificado en el área de estudio según la propuesta del EIA del MPRMS pTM-cBP.

Categorías PRMS	Áreas	Zonas	Superficie (ha)
Áreas Urbanas	Áreas de extensión urbana	Área urbanizada consolidada Alhué	133,8
		Área Extensión Urbana Pintué	100,8
		Área Extensión Urbana Pabellón	64,3
		Área verde	32,9
Áreas Restringidas o Excluidas al Desarrollo Urbano	Áreas de riesgo para asentamientos humanos **	Riesgo de Inundación	15.620,4
		Napa freática superficial	17.106,2
		Remoción en masa	12.431,6
	Áreas de valor natural y/o interés silvoagropecuario	Área de Protección prioritaria o de preservación ecológica	111.673,45
		Área de protección ecológica con Desarrollo Controlado	34.671,7
		Área de humedales	821,4
		Áreas bajo protección oficial	*
		Áreas de Interés Silvoagropecuario Exclusivo	16.029,4
		Áreas de Interés Silvoagropecuario Mixto	13.849,1
		Áreas de restricción por cordones montañosos	22.726,9
	Áreas de resguardo por infraestructura gran minería	Tranque de relave minero y Área de resguardo por Tranque de Relave	4.550,8
	Áreas de resguardo por infraestructura metropolitana	Restricción por aeródromos	***
		Resguardo por vías expresas	***
		Resguardo por vías troncales	***
Cuerpos de agua (Laguna de Aculeo e islas Laguna de Aculeo)			1384,4
TOTAL			206.038,9

* Superficie incluida en las Áreas de Protección Prioritaria

** Las Áreas de riesgo para asentamientos humanos se superponen con otras áreas, no contabilizan en el total.

** Proyectos lineales

Fuente. Modificación del Plan Regulador Metropolitano de Santiago, provincias de Talagante y Melipilla, Comunas de Buin y Paine (MPRMS pTM-cBP), cálculos basados en Arc View 3.2.

4.5.3.1 Descripción de los usos propuestos

a) Areas Urbanas

Corresponden a las áreas que en el nivel metropolitano de planificación se consideran como áreas consolidadas y/o áreas susceptibles de urbanizar. En el área de estudio las áreas urbanas corresponden a las localidades de Alhué y Pintué.

a.1. Area Urbana Consolidada

Corresponde al polígono urbano de Alhué, en el cual se definieron nuevas áreas urbanizadas, para las cuáles y de acuerdo a sus condiciones de ruralidad y estar definida como Zona Típica, se definieron densidades brutas de población, para la construcción de nuevas viviendas. Esta densidad esta fijada en 180 habitantes por hectáreas, las cuáles orientarán la definición del Plan Regulador Comunal, aún no elaborado.

a.2. Area de Extensión Urbana

Corresponden a la localidad de Pintué y Pabellón. Ambas localidades, son definidas como áreas urbanizables, para la cual y mientras no se formule el Plan Regulador Comunal respectivo, se estableció una densidad de proyecto bruta para las nuevas viviendas de 100 habitantes por hectárea, que en el caso de las viviendas sociales puede llegar a una densidad máxima de 240 habitantes por hectárea.

b) Areas Restringidas o Excluidas al Desarrollo Urbano

Corresponden a las áreas que presentan condiciones físicas y naturales que imponen restricciones al proceso de urbanización, ya sea por constituir un peligro potencial para los asentamientos humanos o por presentar un alto valor ecológico, paisajístico o silvoagropecuario. Ya se ha señalado que la mayor parte del área de estudio, cabe dentro de esta categoría de planificación, la cual se subdivide de la siguiente forma.

b.1. Areas de valor natural y/o de interés silvoagropecuario

Corresponde al territorio que por su interés natural o paisajístico y/o que presente áreas con vegetación y fauna silvestre, cursos o vertientes naturales de agua, constituye un patrimonio natural o cultural que debe ser protegido o preservado. Asimismo, se incluyen en esta categoría aquellos territorios que presentan suelos de gran aptitud agrícola, ganadera y/o forestal. En el área se encuentran dentro de esta categoría: áreas de valor natural, áreas de protección prioritaria, áreas de protección ecológica con desarrollo controlado, áreas de humedales, áreas bajo protección oficial y áreas de interés silvoagropecuario. Las áreas de valor natural apuntan a reforzar el sistema natural y la valorización de los ecosistemas y hábitat propios desarrollados en el territorio, considerando dentro de éstas las siguientes.

- **Áreas de protección prioritaria**

Son áreas que presentan ecosistemas valiosos de importancia para la biodiversidad del país, recursos genéticos, paisajes de gran belleza y en general valores naturales o culturales que forman parte del patrimonio regional y nacional. Tienen como finalidad la protección, conservación, incremento, manejo y aprovechamiento racional y sustentable de los recursos renovables de la región, en beneficio de nuestro patrimonio natural y cultural. Además, cumplen funciones de regulación climática, inmisión de contaminantes, corredores de ventilación, corredores biológicos y espacios de intercambio de fauna.

En el área de estudio se han reconocido la Reserva Nacional “Roblería del Cobre de Loncha” localizada en la comuna de Alhué, que pertenece al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) y complementarias a ésta, como Áreas de Protección de Ecosistemas Vegetacionales y Faunísticos, reconocidos a través de distintos decretos ya citados, la “Hacienda Tantehue” en la comuna de Melipilla y el sector “Laguna de Aculeo, Altos de Cantillana-Tantehue”. En estas zonas los usos permitidos son: áreas verdes, actividades de carácter educativo, investigación científica, turismo y deporte, como camping, andinismo, excursionismo u otras compatibles.

- **Áreas de humedales**

Son áreas de pantanos o cuerpos de agua natural o artificial, permanente o estacional, que constituyen hábitats de especies de ambientes acuáticos que presentan particularidades que, dentro del contexto ecológico, interesa conservar. En el área de estudio están considerados sectores de humedales en la parte W y E de la Laguna de Aculeo y el cauce del estero Piche y sectores adyacentes, entre la localidad de Alhué y Barrancas de Piche. Los usos permitidos son: actividades agrícolas, ganadero pastoriles y/o forestales, áreas verdes y equipamiento asociado a cultura, educación y recreación. En el caso de las actividades agrícolas, ganadero pastorales y/o forestales, podrán desarrollarse en forma controlada, bajo las condiciones que determinen los organismos competentes.

- **Áreas de Protección Ecológica con Desarrollo Controlado (P.E.D.C)**

Áreas donde, además de las actividades silvoagropecuarias y/o agropecuarias, se permiten actividades urbanas, en tanto se conserven las características del entorno natural y las intervenciones contribuyan al mejoramiento de la calidad del medioambiente e incrementen el valor paisajístico. Se trata de una categoría que considera los sectores con condiciones de naturalidad y riqueza paisajística, como zonas cuyos valores deben ser incrementados, en la medida que den cabida a una intervención urbana controlada. En el área de estudio se han identificado los siguientes sectores: Tantehue, Cajón del Rey-Rincón de la Monja; Cholqui-Carmen Alto; Culipran-Popeta, Límite Sur estero Los Guindos; Alhué-El Membrillo, Aguas arriba de loma Las Lomas; Alhué; Laguna de Aculeo Pie de Monte y Laguna de Aculeo Valle. Los usos permitidos son: actividades silvoagropecuarias y/o agropecuarias, áreas verdes y espacio público, equipamiento deportivo, esparcimiento-recreación, científico, salud excepto cementerios y crematorios, culto y cultura, seguridad excepto cárceles y parcelas agrícolas.

- **Areas de Interés Silvoagropecuario Exclusivo**

Corresponden a las áreas que presentan mayoritariamente suelos clases I, II y III de capacidad de uso y aptitud agrícola, agregándose éstas las áreas que contemplan una fuerte inversión pública y privada en la actividad agrícola, reconociendo los usos actuales. Para éstas áreas se establece una subdivisión predial mínima de 4 hectáreas, y sólo en casos calificados por MINAGRI, se podrá disminuir la superficie predial a 2 hás mínimo, autorizándose solo una vivienda social para el desarrollo exclusivo de Actividades Agropecuarias. En el área de estudio éstas áreas corresponden a tres polígonos, localizados en el sector de Pintué, pabellón y Alhué, respectivamente.

- **Areas de Interés Silvoagropecuario Mixto (I.S.A.M)**

Territorios cuya aptitud silvoagropecuaria e importancia para la economía regional, hacen imprescindible su control y manejo. Están integradas, principalmente, por zonas de valles que presentan, mayoritariamente, suelos clase IV y de menor capacidad de uso y aptitud agrícola. En ellas se permitirá una subdivisión predial mínima de 4 ha, excepto cuando se establezca otra subdivisión. Además, se permitirán actividades de desarrollos condicionados, desarrollos industriales y/o empresariales condicionados y áreas de equipamiento periférico. Es decir, se permitirán diferentes actividades de carácter urbano con normas técnico-urbanísticas que mantengan la condición rural de estos territorios.

En el área de estudio se ha establecido como Areas de Interés Silvoagropecuario Mixto, la ISAM-9 en la Cuenca del Estero Yali; la ISAM-11 en el sector adyacente al villorrio Hospital; la ISAM-12 en el sector Pabellón; y la ISAM de transición en el sector Codigua. En estas áreas los usos posibles son actividades silvoagropecuarias, parcelas agrícolas, áreas verdes y equipamiento deportivo y recreación, esparcimiento y turismo, culto y cultural e infraestructura sanitaria, con excepción de la disposición de residuos domiciliarios. Al respecto, en el MPRMS pTM-cBP se señala que, en tanto el Plan Regulador Comunal no precise las condiciones técnicas, la división predial mínima será de 1,5 ha para las parcelas agrícolas y de 2 ha para los equipamientos, con la excepción de las áreas verdes. Lo anterior, sujeto a un pronunciamiento favorable emitido por la SEREMI de Agricultura, fundamentado en el informe técnico del SAG y/o CONAF, según corresponda y de su ingreso, cuando proceda, al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

b.2. Areas de alto riesgo para asentamientos humanos

- **Areas de riesgo de inundación y protección de cauces naturales y cuerpos de agua**

Areas afectadas por desbordes de cauces de ríos y esteros y fajas de protección de las riberas de dichos cauces. Los desbordes son producidos por eventos climáticos que aumentan los caudales, colapsando la capacidad de porteo de sus aguas. También, dentro de esta categoría, se reconocen las quebradas, identificándose aquellas de carácter permanente e intermitente en todo el territorio conformado por cordones montañosos.

- Áreas con napa freática superficial

Los sectores considerados en esta categoría se caracterizan por presentar un nivel freático que se encuentra a escasa profundidad, en relación con la superficie del suelo. Este valor varía, aproximadamente, entre 1 y 5 metros.

- **Áreas de riesgo geofísico asociado a remoción en masa**

En estas áreas solo se permitirán usos asociados a actividades de forestación y esparcimiento al aire libre, con instalaciones mínimas complementarias a los usos indicados, que no alteren la topografía del suelo y el escurrimiento natural de aguas provenientes de esteros y quebradas.

b.3. Áreas de resguardo por infraestructura metropolitana

Son áreas que, debido a la presencia de infraestructura, presentan restricciones para el asentamiento humano. A través de la delimitación de áreas de exclusión con fines de seguridad, es posible distinguir en el área de estudio el aeródromo Juan Enrique de la comuna de Paine y trazados indicativos de infraestructura vial.

- **Aeródromos**

El MPRMS pTM-cBP agrega al PRMS el aeródromo Juan Enrique y el aeródromo Mansel, como áreas de resguardo por infraestructura metropolitana. Este resguardo está definido según el cono de aproximación de las aeronaves y el área de potencial riesgo en caso de accidente. El aeródromo Juan Enrique presenta una pista de 593 metros de longitud por 15 metros de ancho y el área de resguardo comprende un círculo cuyo radio alcanza a los 2.700 metros, medidos desde el eje de la pista. El aeródromo Mansel presenta 650 metros de longitud por 15 metros de ancho

- **Trazados viales indicativos**

En el área se reconocen proyectos viales cuyos trazados son indicativos, por cuanto atraviesan sectores montañosos de accidentada topografía. Por lo anterior, estos trazados podrán ser modificados cuando se desarrollen los proyectos de ingeniería respectivos, aprobados por los organismos competentes. En el área de estudio del PPAC se reconocen los siguientes trazados indicativos:

T35S: Ruta del Valle Sur, Cuesta Del Cepillo, comuna de Paine. Considera un ancho mínimo de 35 metros. Actualmente, parte de la Ruta G-546, entre Rangue, Rinconada de Chocalán y Cholqui.

T46S: Camino Alhué-Pintué, Cajón de Piche-Estero Pintué. Considera un ancho mínimo de 30 metros.

b.4. Area de restricción por cordones montañosos

Corresponden al territorio de serranías de la Cordillera de la Costa, que no se encuentra bajo ningún sistema de protección legal. En estas áreas, las actividades silvoagropecuarias y/o agropecuarias, referidas a explotación agrícola, forestal, ganadera-pastoral, forestación o reforestación, deberán cumplir con las condiciones y planes de manejo que regulen el uso y aprovechamiento racional de los recursos naturales renovables conforme lo determine el organismo competente. Por su parte las actividades mineras se regirán conforme a lo establecido en el artículo 6.2.2 Explotaciones Mineras, de la Ordenanza del PRMS

b.5. Area de resguardo por infraestructura de la gran minería.

Para el caso de resguardo de infraestructura de la Gran Minería la Propuesta reconoce el Tranque de Relave Minero de Loncha, ubicado en la comuna de Alhué identificándose un área de resguardo para esta actividad de una superficie de 773,67 há.

4.5.4 Infraestructura

4.5.4.1 Infraestructura vial

En el área de estudio se identificaron rutas regionales primarias, rutas regionales secundarias, rutas comunales primarias, vías locales y huellas. En el primer grupo se consideran las siguientes: Ruta G-78, antiguo camino Santiago-San Antonio; Ruta 66, camino San Antonio-Pelequén o ruta de la fruta y; Ruta G-60, que conecta Melipilla con la Central Hidroléctrica Rapel. Los caminos regionales secundarios son: Ruta G-680, que conecta Melipilla con la Central Rapel a través de la cuesta Alhué y el camino que se bifurca de la Ruta G-60, en el sector del Manzano, en dirección de la Villa Alhué y las localidades Ignacio Carrera Pinto y El Asiento. Cabe señalar que la red vial de las comunas de Melipilla, Alhué y San Pedro está compuesta por, aproximadamente, 590 km de caminos, clasificados básicamente en tres tipos: vías estructurantes interregionales, vías estructurantes comunales y vías locales (MPRMS pTM-cBP, 2002; Anexo 3; Carta 10, Infraestructura).

La Ruta G-546 corresponde a una ruta comunal primaria que comunica las localidades de Chocalán, Cholqui, Rangué, Pintué y Hospital, siendo la única vía que, actualmente, atraviesa el Cordón de Cantillana por el Cajón de Aculeo (Figuras 38 y 39). El otro camino de esta categoría es la Ruta G-646, que conecta las localidades de Chocalán y Carmén Alto, en la parte norte del área de estudio. Respecto a las vías locales, existe una serie de caminos con y sin roles, en su mayoría con dos pistas y carpetas de ripio o de tierra. En este sentido, el 43% de los caminos de las comunas de Melipilla, Alhué y San Pedro se encuentran con algún tipo de pavimento, ya sea asfalto, hormigón o asfalto-hormigón, mientras que un 57% corresponde a caminos no pavimentados, principalmente con agregado pétreo y tierra (MOP, 1999).



Figuras 38 y 39. Sectores del camino G-546 entre Cuesta del Cepillo y Mina Las Abuelitas, comuna de Melipilla.

Es importante mencionar que, desde el punto de vista de la infraestructura vial y accesibilidad, la comuna de Alhué presenta marcadas diferencias respecto del resto del territorio provincial y de las otras comunas que forman parte del área de estudio. En Alhué se aprecia una relativa escasez de vías de acceso y comunicación, originada por su posición y características geográficas que determinan un aislamiento relativo de sus principales centros poblados, especialmente la Villa Alhué y las localidades de Ignacio Carrera Pinto y El Asiento. A la comuna de Alhué es posible acceder por la Ruta 66, desde la ciudad de Rancagua, o bien desde la ciudad de Melipilla a través de la Ruta G-660.

En relación con la infraestructura vial existente en el área definida como prioritaria para la conservación, la Ruta G-546 es el único camino que atraviesa la zona por el sector del Cajón de Aculeo. Este camino se prolonga entre Rangué, la cuesta el Cepillo, rinconada de Chocalán y Cholqui, uniéndose con la ruta G-60 que conecta estas localidades con Melipilla. Entre Hospital y Rangué la ruta tiene dos pistas con carpeta de asfalto y, posteriormente, en dirección hacia la cuesta el Cepillo, el ancho del camino disminuye presentando una carpeta de ripio y de tierra. En el tramo de la cuesta, de unos 4 km aproximadamente, el camino no se encuentra estabilizado, con curvas muy cerradas y tránsito sólo para vehículos con tracción.

Sin embargo, en la última visita a terreno, realizada a fines de septiembre, se observaron trabajos de mantención del tramo Rangué-Cuesta del Cepillo, hasta el límite con el Fdo. Rinconada de Chocalán, mejorando sustantivamente el acceso a este sector. Una vez alcanzada la parte más alta de la cuesta, en el sector de la loma El Cepillo, el camino comienza a descender a un costado del estero del Cajón de Aculeo, hacia Cholqui. En algunas partes de este tramo el camino está, prácticamente, cubierto de vegetación nativa en ambos costados y es atravesado por varios esteros que dificultan el paso de vehículos. A partir del Fdo. Rinconada de Chocalán, de propiedad de Helios Murialdo, la vía es más ancha y presenta carpeta de ripio, sin embargo su estado de conservación es regular, con muchos baches producto del tránsito de camiones hacia y desde yacimientos mineros localizados en la zona y establecimientos avícolas.

Las partes más altas de los cordones montañosos, especialmente la meseta de Cantillana y las nacientes de los esteros Alhué, Carén y El Yali, tienen accesos limitados y sólo es posible acceder a estos lugares través de senderos y huellas que atraviesan propiedades particulares. Estos senderos son utilizados frecuentemente por arrieros y turistas que visitan

el área, son de antigua data y algunos de ellos fueron utilizados, antiguamente, como vías de transporte de las actividades mineras que se realizaban en algunos sectores. Una de las huellas más utilizadas tiene su origen en la parte alta de la cuesta El Cepillo, en el límite de las comunas de Paine y Melipilla. Esta huella, luego de recorrer gran parte de la loma del mismo nombre junto a la quebrada El Cepillo, permite acceder al sector denominado Las Canchas, ubicado a 1.244 m.s.n.m, lugar en que se asciende a los sectores de Portezuelo El Boquerón, Los Quillayes y Las Laguna, ubicado este último en la meseta de Cantillana a 1.993 m.s.n.m. Luego, desciende por el sector Quebrada de La Madera, siguiendo esteros y quebradas hasta llegar al Fdo. La Huachera, de propiedad de Juan Noé. Finalmente, ya en sectores de topografía menos abrupta, la huella se conecta con caminos interiores del fundo para luego acceder a la ruta G-546, en las cercanías de Pintué. El trazado tiene, en general, una orientación norte-sur con una distancia total de, aproximadamente, 18 km, circunvalando gran parte del Cordón de Cantillana y las nacientes del estero Alhué, en el cajón de Piche-Lisboa.

En la comuna de Alhué es posible acceder al Cordón de Cantillana por huellas que parten del estero Piche y el Cajón de Lisboa y por un camino privado de la empresa minera Pedro Valencia, ubicado en el Fundo Agua Fría Lt. B2 de propiedad de la Soc. Legal Minera Las Cenizas. También, por el límite sur del cordón, en la cuenca del estero Alhué, existe una huella en los Altos de Culen que, luego de ascender hasta el monte Toros Muertos (2.159 m.s.n.m), permite acceder a la meseta de Cantillana³.

Para acceder al sector Roblería de Loncha, en la cuenca hidrográfica del estero Carén, existe un camino público que se bifurca de la vía que conecta la Ruta G-60 con Alhué. Este camino es pavimentado hasta el embalse Carén para, posteriormente, cambiar a carpeta de ripio y de tierra dentro de la Reserva Nacional Roblería Cobre de Loncha. Esta vía termina a una altitud de, aproximadamente, 600 m.s.n.m para luego proseguir como huella hasta las nacientes del estero Carén. En el sector de Tantehue el camino principal, que se bifurca de la Ruta G-60, sigue el estero Tantehue hasta el sector del Cajón de Las Casas. En esta zona existen numerosas huellas que permiten acceder al Cajón del Rey, Cajón de Los Bellotos, Cajón de Las Casas y Loma La Viña, Angostura y Loma Larga.

4.5.4.2 Infraestructura de riego

En la provincia de Melipilla existe una infraestructura de canales de riego y embalses que permite asegurar el riego de la mayor parte de los terrenos cultivables de las comunas que forman parte de la provincia (MPRMS pTM-cBP, 2002). En el área de estudio, las comunas de Melipilla y Paine presentan mayor infraestructura de riego, existiendo muy pocas obras que aseguren el riego en las comunas de Alhué y San Pedro. Al sur de la ciudad de Melipilla se encuentra una densidad de canales de riego bastante menor, en comparación con la infraestructura que existe al norte de esa ciudad. Gran parte del valle de Cholqui se encuentra irrigado por dos canales principales: el canal Rosino que abastece las localidades de Carmen Alto, Carmen de Las Rosas, Pabellón y otros sectores ubicados al norte del estero Cholqui; y el canal Culiprano, que abastece terrenos agrícolas al sur del estero Cholqui, principalmente las localidades de San Miguel, San Rafael, El Esfuerzo, Mandinga, Culiprán y otras entidades más pequeñas.

En los valles de los esteros Yali y Alhué, las áreas bajo riego corresponden exclusivamente a los pequeños valles de dichos esteros, existiendo en estas zonas muchas áreas agrícolas no

³ Fuente. Carta topográfica IGM 1: 25.000 Cerro Cantillana (335230-705230). Primera Edición 1980.

cubiertas por riego. En la comuna de Paine, dentro de los límites del área de estudio, se identificó la siguiente infraestructura de riego: canal Marcelino que irriga los sectores denominados Aguila Sur y El Condór, en el valle localizado al sur del pueblo de Hospital, en la ribera oeste del río Angostura; canal Aquilino o Aquilmo que irriga los sectores de Pintué y Peralillo, entre los esteros Huiticalán y Abrantes. Estos canales principales cuentan con una extensa red de canales laterales, que son los que distribuyen el agua para riego entre los usuarios.

También, en Paine existe infraestructura de riego en torno a la laguna Aculeo, irrigando terrenos agrícolas en las localidades de Pintué, Rangué y El Carrizillo. De acuerdo a lo manifestado por propietarios y residentes de la zona, uno de los problemas asociados a la infraestructura de riego, especialmente los canales ubicados cerca de la laguna Aculeo, es su colmatación, producto de la eliminación de cobertura vegetal y arrastre de suelo desde los sectores de cerros en que se desarrollan proyectos inmobiliarios.

4.5.4.3 Infraestructura eléctrica

En el área de estudio existen tres tendidos de líneas de alta tensión, provenientes de la Central Hidroeléctrica Rapel (Anexo 3; Carta 10, Infraestructura). El primero de ellos corresponde a una línea principal de 220 kv que, procedente de Rapel, pasa por los sectores de San Pedro, Mandinga, Popeta, Las Arañas y la ciudad de Melipilla. A partir de este tendido principal, se descuelgan dos subsistemas: el primero en el río Maipo, al sur de Melipilla, penetra por el valle de Cholqui en dirección a las localidades de Pabellón, Cholqui y Viluma. El segundo, en el sector de Los Moyas, toma dirección sur siguiendo el curso del valle del estero Popeta hacia San Miguel de Popeta, Tantehue y el sector denominado El Bosque.

Por la comuna de Paine pasan dos líneas de transmisión del Sistema Interconectado Central de ENDESA (SIC). Una de ellas ingresa a la comuna por el sector de Angostura de Paine, prosiguiendo luego por los sectores de Aguila Sur, Haras Lo Aguila, Hospital y Champa, hasta la localidad de Paine. En este lugar se divide en tres trazados, uno de los cuales se dirige hacia la laguna de Aculeo, sirviendo las localidades de Pintué, Rangué, La Huachera y otras zonas rurales aledañas. Cabe señalar que por esta comuna pasa el oleoducto San Fernando-Maipú, ingresando por Angostura de Paine para, posteriormente, atravesar los sectores de Aguila Sur, Haras Lo Aguila y el estero Paine en dirección hacia el río Maipo.

4.5.4.4 Otras infraestructuras

En la comuna de Alhué destaca el tranque de relave Loncha e infraestructura asociada, ubicado sobre el estero Carén. En la meseta de cantillana, próxima al Cerro Cantillana (2.281 m.s.n.m) y dentro de una zona definida como prioritaria para la conservación, existe infraestructura de telecomunicaciones. Finalmente, próximo a Mandinga, entidad rural localizada en la comuna de Melipilla y dentro de los límites del área de estudio, se localiza el relleno sanitario Melipilla que recibe los residuos sólidos generados en todas las comunas de la provincia del mismo nombre. Este vertedero se ubica, aproximadamente, a 20 km al sur de la ciudad, por el camino a la Central Hidroeléctrica Rapel.

4.5.5 Equipamiento

El equipamiento educacional, de salud, seguridad, culto y de servicios, se localiza, preferentemente, en los centros urbanos del área de estudio, especialmente en la ciudad de Melipilla y los pueblos de Hospital, Pintué y Rangue, en la comuna de Paine, San Pedro y Villa Alhué. En la provincia de Melipilla existen 86 establecimientos educacionales, de los cuales 56 se localizan en la comuna de Melipilla, 6 en la comuna de Alhué y 15 en la comuna de San Pedro. En la comuna de Paine se ubican 26 establecimientos educacionales, de los cuales 17 son municipales, 7 particular subvencionado y 2 particulares, localizándose 6 de ellos en centros urbanos. Respecto al equipamiento de salud la situación es la siguiente: en la comuna de Melipilla existe un hospital de nivel 2, un consultorio urbano y cinco postas rurales; en Alhué, cuatro postas rurales; en San Pedro cuatro postas rurales y, por último, en la comuna de Paine tres consultorios rurales y cinco postas rurales.

En la comuna de Paine cabe destacar el importante desarrollo de equipamientos y servicios de apoyo a las actividades turístico-recreativas y residenciales, especialmente en los bordes de la laguna Aculeo y en las localidades de Pintué y Rangue. Adicionalmente, los proyectos inmobiliarios también consideran la provisión futura de infraestructura, equipamientos y de servicios, entre los cuales podemos mencionar: sistemas propios de agua potable, energía eléctrica monofásica y trifásica, tendido eléctrico subterráneo, avenidas y caminos interiores asfaltados, marinas, áreas verdes, supermercados y centros comerciales, capillas, colegios y jardines infantiles.

4.5.6 Riesgos naturales y antrópicos

De acuerdo con lo establecido en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (D.S N° 75 de 2001, MINVU), las áreas de riesgo constituyen un peligro potencial para los asentamientos humanos, por lo que deben ser definidos en los instrumentos de planificación territorial como zonas no edificables o de condiciones restringidas de edificación. En este cuerpo legal, se establecen como áreas de riesgo las zonas inundables o potencialmente inundables, debido entre otras causas a proximidad de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas y pantanos; las zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas; las zonas de actividad volcánica, ríos de lava o fallas geológicas; y las zonas, franja o radio de protección de obras de infraestructura peligrosa, tales como aeropuertos, helipuertos públicos, torres de alta tensión, embalses, acueductos, oleoductos, gaseoductos y estanques de almacenamiento de productos peligrosos (Art. 2.1.17).

Sobre la base de esta normativa, se recopiló para el área de estudio los antecedentes contenidos en la propuesta del MPRMS pTM-cBP. De acuerdo a esta información y a las observaciones efectuadas en terreno, el área presenta riesgos naturales y antrópicos, entre los cuales destacan, principalmente, los sectores con riesgo de inundación y las áreas que presentan riesgo de remoción en masa (Tabla 36; Anexo 3; Carta 11, Riesgos).

Tabla 36. Riesgos en el área de estudio.

Origen	Tipo de riesgo	Superficie (ha)
Natural	Riesgo de Inundación	15.620,4
	Afloramiento Napa Superficial	17.106,2
	Remoción en masa	12.431,6
Antrópico	Tranque de relave	4.563,9
	Flujo de relave	*
	Vía expresa 50 m	*
	Vía troncal 30m	*
	Aeródromos	*

*** Proyectos lineales.**

4.5.6.1 Descripción de los riesgos identificados

a) Riesgos naturales

En términos generales, el área de estudio se ubica en una zona de contacto entre los relieves de la Cordillera de La Costa y el Valle Central, situación que define potenciales riesgos naturales, asociados a la presencia de cordones de cerros con pendientes moderadas a abruptas y esteros torrenciales de carácter pluvial. En menor medida, constituye también un potencial riesgo de inundación la laguna de Aculeo y el Embalse Loncha.

- Riesgo de inundación

Son áreas que han sido afectadas por desbordes de cauces de ríos y esteros, comprendiendo en ellas las fajas de protección de riberas. Los desbordes son producidos por eventos climáticos que aumentan los caudales, cuya ocurrencia corresponde a un período de retorno aproximado de 10 años. Estos sectores corresponden a esteros locales, como son el estero Pintué, estero Huiticalán y estero las Cabras, todos los cuales drenan hacia la laguna de Aculeo. También, se ha definido un área con riesgo de inundación, de origen lacustre, en la ribera sur y oriente de la laguna de Aculeo, mientras que hacia el oeste y sur las riberas de los esteros Piche y Alhué.

- Afloramiento napa subterránea

Corresponde a áreas donde existe riesgo de afloramiento de aguas subterráneas debido a la escasa profundidad a que se encuentra el nivel freático. Estas áreas presentan suelos con una alta permeabilidad (mayor a 25 cm de percolación por hora). En el área de estudio se identificaron tres áreas: el sector de la ribera sur del río Angostura, la llanura de inundación del Estero Cholqui y la llanura de inundación del Estero Alhué.

- Quebradas

Áreas en las cuales, además del riesgo de inundación, se han identificado riesgos de remoción en masa, debido a sus fuertes pendientes. En el área de estudio se identificaron los siguientes sectores: cuenca estero Huiticalán y afluentes secundarios, quebradas El Naranjillo, el Melocotón, La Plancha, Huiticalán, el Maitén, Linguecillo, Ramadillas, La

Madera y El Canelo. Las restricciones para estas áreas corresponden a franjas de protección de 40 metros, adyacentes a los cauces, en las cuales sólo se permiten áreas verdes y espacio público, equipamiento de esparcimiento, recreación y deporte.

- **Remoción en masa**

Las áreas de remoción en masa, derrumbes y deslizamientos, están asociadas a sectores de los cordones montañosos en los cuales existen quebradas con fuertes pendientes. Estas áreas corresponden a los sectores altos del Estero Cholqui, en el Cajón de Aculeo, Cajón de Piche, Estero Huiticalán, Esteros Alhué y El Membrillo.

b) Riesgos antrópicos

Para el área de estudio de Altos de Cantillana, los riesgos antrópicos están referidos a la presencia del cono de aproximación de los aeródromos Juan Enrique y Mansel de la Comuna de Paine y los trazados indicativos de infraestructura vial. Dadas las características eminentemente rurales del área de estudio y de sus recursos naturales, estas obras de infraestructura constituyen o pueden representar riesgos potenciales.

- **Aeródromo**

La modificación del MPRMS pTM-cBP considera la agregación al PRMS del Aeródromo Juan Enrique, como un área de resguardo por infraestructura metropolitana. Este resguardo está definido según el cono de aproximación de las aeronaves y de su área de potencial riesgo, en caso de accidente. Este aeródromo presenta una pista de 593 metros de longitud por 15 metros de ancho y el área de resguardo es un círculo cuyo radio alcanza a los 2.700 metros, medidos desde el eje de la pista.

- **Trazados viales**

En el área han sido incorporados dos proyectos viales cuyos trazados son indicativos y que atraviesan los sectores montañosos de Altos de Cantillana, conectándose a la vialidad existente. Estos proyectos son la Ruta del Valle Sur (T35S), cuyo trazado atravesaría la Cuesta El Cepillo, desde la cota 500 por el poniente hasta la cota 400 por el oriente, uniéndose Pintué y Rangue con Cholqui y Melipilla (actual Ruta G-546). En la parte sur del área propuesta para el PPAC se ha proyectado el camino Alhué-Pintué (T46S), con el objetivo de unir ambas localidades. Este trazado se inicia en el Cajón de Piche, con una cota de 500 metros, para luego atravesar la meseta de Cantillana, aproximadamente a 2.200 m.s.n.m, y descender por el Estero Pintué.

- **Tranque de Relave y flujo de relave.**

Corresponde a la infraestructura de la gran minería, constituido por el Tranque de Relave Minero de Loncha, ubicado en la comuna de Alhué, que en la Propuesta del Plan Regulador Intercomunal se reconoce como área de resguardo para esta actividad.

4.5.7 Patrimonio histórico y cultural

a) Sitios arqueológicos

De acuerdo a la información del EIA del MPRMS pTM-cBP dentro de los límites del área de estudio existen 30 sitios arqueológicos, ubicados en las comunas de Melipilla, Alhué y Paine, en terrazas y valles de esteros y ríos (Anexo 3; Carta 12, Patrimonio histórico y arqueológico). En la comuna de Melipilla se identificaron los siguientes sitios: 96 y 97 en el sector del estero Culiprán; 93, 94 y 95 en el sector del estero Cholqui; 98 en el estero Popeta y; 19, 99; 100 en el estero Tantehue y; 2, 20 y 21 en las cercanías de la meseta de Cantillana, en el sector Monte Las Lagunas. En la comuna de Alhué los sitios 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86 y 87 en las margenes del estero Alhué, aguas arriba de la Villa Alhué. En Paine los sitios son: 25 en el estero Peralillo; 1, 8, 30 y 31 en el sector Aguila Sur; 27, 28 y 29 en las cercanías de Hospital; 13 en Sta. Eugenia y; 26 a un costado del camino público Hospital-Pintué (G-546).

En la comuna de Melipilla, en un área comprendida entre la loma Del Cepillo, el C° La Puerta de Los Quechos y El Monte Las Lagunas, se encuentran los sitios se denominan “Chada”, “Turbinas 1” y “Turbinas 2”, siendo el primero de ellos un Pukara, con una extensión de 4,9 ha, y los dos restantes sitios habitacionales, con una superficie total de 9,4 ha. Cabe destacar que para una localización más precisa de estos sitios, y su posterior representación cartográfica, se requiere una visita al área mencionada en las fuentes del EIA del Plan Intercomunal de Talagante y Melipilla, Buin-Paine (Proyecto FONDECYT N° 1940048, Stehberg et. al, 1991, 1992). En la comuna de Paine, cercano a la ribera norte del estero Peralillo y en las proximidades de la localidad de Pintué, encontramos el sitio denominado “F2/1”, habitacional y de superficie no identificada. Este sitio corresponde al estadio colonial (Proyecto FONDECYT N° 1970910). En la Tabla 37 se entrega información de los sitios arqueológicos identificados.

Tabla 37. Principales características de los sitios arqueológicos identificados en el área de estudio.

N°	Nombre	Coordenadas UTM	Tipo de sitio	Superficie (ha, mt)	Comuna	Sector
2	Chada	s/i	Pukara	4,9 ha	Melipilla	M° Las Lagunas
20	Turinas 1	s/i	Habitacional	4,4 ha	Melipilla	M° Las Lagunas
21	Turbinas 2	s/i	Habitacional	5	Melipilla	M° Las Lagunas
93	J-43-1	30210,0-626080,0	Habitacional	200x100 mt	Melipilla	Estero Cholqui
94	J-43-2	30460,0-626060,0	Habitacional	200x250 mt	Melipilla	Estero Cholqui
95	J-43-3	30310,0-626125,0	Habitacional	150x300 mt	Melipilla	Estero Cholqui
96	K-35-1	29210,0-626055,0	Habitacional	150x200 mt	Melipilla	Estero Culipran
97	K-35-2	29270,0-626060,0	Habitacional	100x150 mt	Melipilla	Estero Culipran
98	K-80-1	28930,0-625535,0	Habitacional	550,150 mt	Melipilla	Estero Popeta
19	Tantehue	s/i	Artefactos	s/i	Melipilla	Estero Tantehue
99	K-89-1	29230,0-624900,0	Habitacional	400x200 mt	Melipilla	Estero Tantehue
100	K-95-1	29500,0-624945,0	Habitacional	1200x600 mt	Melipilla	Estero Tantehue
80	Sitio 1	31238,3-623236,8	Hallazgo aislado	s/i	Alhué	Estero Alhué
81	Sitio 2	31236,5-623202,5	Hallazgo aislado	s/i	Alhué	Estero Alhué
82	Sitio 3	31233,9-623197,2	Hallazgo aislado	s/i	Alhué	Estero Alhué
83	Sitio 4	31240,9-623205,0	Hallazgo aislado	s/i	Alhué	Estero Alhué
84	Sitio 5	31238,7-623203,0	Hallazgo aislado	s/i	Alhué	Estero Alhué
85	Sitio 6	31242,0-623209,5	Hallazgo aislado	s/i	Alhué	Estero Alhué
86	Sitio 7	31235,0-623194,7	Hallazgo aislado	s/i	Alhué	Estero Alhué
87	Sitio 8	31238,0-623194,7	Hallazgo aislado	s/i	Alhué	Estero Alhué
1	Aguila Sur	3388,0-62462,0	s/i	s/i	Paine	Aguila Sur
8	El Condor	33780,0-624800,0	s/i	s/i	Paine	Aguila Sur
13	C° Algarrobo	337,2-6249,5	Varios sitios	s/i	Paine	Sta. Eugenia

25	F2/1	32715,0- 625255,0	Habitacional	s/i	Paine	Estero Peralillo
26	F3/1	33090,0- 625305,0	Habitacional	s/i	Paine	Ruta G-546
27	F4/1	33775,0- 625030,0	Habitacional	200x700 mt	Paine	Hospital
28	F4/2	33770,0- 624980,0	Habitacional	400x400 mt	Paine	Hospital
29	F4/3	33725,0- 625005,0	Habitacional	200x100 mt	Paine	Hospital
30	F4/4	33785,0- 624810,0	Habitacional	500x700 mt	Paine	Aguila Sur
31	F4/5	33885,0- 624620,0	Habitacional	100x300 mt	Paine	Aguila Sur

Fuente. EIA MPRMS pTM-cBP, 2002. Listados de sitios arqueológicos en las comunas de Melipilla, Alhué y Paine. **Figura 7.1, sitios arqueológicos provincia de Melipilla, comunas de Buin y Paine.**

b) Monumentos nacionales

En el distrito de Aculeo, en la comuna de Paine, encontramos dos monumentos nacionales declarados, ambos, mediante D.E 189 del 25 de mayo de 2001. El primero de ellos es el monumento histórico denominado “Casa Esquina del Ex Fdo. Rangué” y el segundo la Zona Típica “Iglesia del Ex Fdo. Rangué”. Ambos monumentos se ubican en la ribera sur de la laguna de Aculeo, a unos 24 kms de Hospital y de la Ruta 5 Sur. En la comuna de Alhué destaca el monumento nacional “Iglesia de Alhué y Casa Parroquial”, declarado mediante decreto N° 11 del 7 de enero de 1974 y el pueblo “Villa Alhué”, Zona Típica declara mediante D.S N° 125 del 7 de febrero de 1983 (Figuras 40, 41, 42 y 43).



Figuras 40 y 41. Zona típica Iglesia del Ex Fdo. Rangue y Monumento Nacional Casa Esquina de Rangue



Figuras 42 y 43. Monumento Nacional Iglesia de Alhué y Casa Parroquial

4.6 Estructura de la propiedad

En base a la información digital de los proyectos GEF y OTAS, referidos a polígonos de propiedades de CIREN-Corfo, dentro de los límites del área de estudio se identificaron 2.509 propiedades con una superficie total de 204.567,3 hectáreas (Tabla 38; Anexo 3; Carta 13, Propiedad). De acuerdo a la clasificación de explotaciones agrícolas del VI Censo Nacional Agropecuario, según tipo de productor y localización geográfica (ODEPA, 2000), la situación en el área es la siguiente: un 93,7% corresponde a explotaciones pequeñas, que incluye a pequeñas explotaciones empresariales y explotaciones de subsistencia, con un total de 2.352 predios y una superficie de 23.937,6 hectáreas; un 3,6% a explotaciones medianas, con 90 predios y una superficie de 22.672,4 hectáreas y; un 2,7% a grandes explotaciones, con 67 propiedades y una superficie de 157.957,3 hectáreas (Tabla 39). Los datos nos indican una concentración de la tierra en las denominadas explotaciones grandes, mayores a 500 hectáreas, y una concentración de los propietarios en las explotaciones pequeñas, menores a 120 hectáreas. Si analizamos la distribución espacial de las propiedades, podemos concluir que las pequeñas se localizan, preferentemente, en sectores de valles con

baja a moderada pendiente en las comunas de Melipilla, Isla de Maipo y Paine, como el valle del estero Cholqui, El Carmen y las zonas aledañas a la laguna de Aculeo.

Las grandes propiedades abarcan gran parte de los cordones montañosos de Cantillana, localizándose en el secano interior de las comunas de Melipilla, Alhué, San Pedro e Isla de Maipo, en la vertiente oriental de la Cordillera de La Costa. Cabe señalar que en esta área, según antecedentes del proyecto GEF e información obtenida en terreno, se localizan los 17 propietarios que tienen interés en la conservación, abarcando sus predios una superficie aproximada de 75.163,7 hectáreas, cifra que representa el 36,7% del área de estudio (Tabla 40).

Tabla 38. Situación de la propiedad en el área de estudio según comuna.

Comuna	N° de predios	%	Superficie (ha)	%
Melipilla	1.189	47,4	64.671,8	31,6
Alhué	169	6,7	83.428,3	40,8
San Pedro	69	2,9	12.946,9	6,3
Paine	820	32,6	33.755,3	16,5
Isla de Maipo	262	10,4	9.765	4,8
Total	2.509	100	204.567,3	100

Fuente. Bases digitales proyecto GEF y proyecto OTAS.

Tabla 39. Distribución de explotaciones agropecuarias en el área de estudio según comuna y tipo de productor.

Comuna	Tipo de explotación							
	Pequeña 0-120		Mediana 120-500		Grande > 500		Total	
	N°	Ha	N°	Ha	N°	Ha	N°	Ha
Melipilla	1.122	11.651,5	51	11.805,4	16	41.214,9	1.189	64.671,8
Alhué	130	1.340,8	12	3.434,5	27	78.653	169	83.428,3
San Pedro	54	1.926,7	7	1.959,3	8	9.060,9	69	12.946,9
Paine	789	6.879	20	5.473,2	11	21.403,1	820	33.755,3
I de Maipo	257	2.139,6	0	0	5	7.625,4	262	9.765
Total	2.352	23.937,6	90	22.672,4	67	157.957,3	2.509	204.567,3

Fuente. Bases digitales proyecto GEF y proyecto OTAS; ODEPA, 2000. Clasificación de las explotaciones agrícolas del VI Censo Nacional Agropecuario según tipo de productor y localización geográfica, Documento de Trabajo N° 5.

Tabla 40. Propietarios con interés en la conservación en el área de estudio.

Nombre Predio	Propietario	Rol Avalúo Fiscal	Superficie (ha)	Comuna
La Huachera Pte.	Juan Noé	137-10	5.521,6	Paine
Los Hornos Reserva Cerro	Soc. Agrícola Los Hornos Ltda. Atonio Solo de Zaldivar	137-372	387,5	Paine
Rangue Sector Cerro	Mladen Marinovich	137-13	2.217	Paine
Alto Laguna	Ali Harmandaroglu	137-12	1.781,4	Paine
Rinconada de Chocalán	Helios Murialdo	2009-5	2.037,9	Melipilla
Rinconada de Chocalán	Juan Jose Letelier Valdes	2009-140	1.047,9	Melipilla
Fundo Rangue	Antonio Solo de Zaldivar	2009-141	679,3	Melipilla
Hacienda Tantehue	AGROSUPER Ltda.	2010-2	6.458	Melipilla
Los Guindos	Sociedad Agrícola Los Guindos Ltda. Hernán Farías	2010-11	423,2	Melipilla
San Pedro Vilumareser	SAG	2008-35	2.563,8	Melipilla
Rincón de Piche-Alhué	Antonio Solo de Zaldivar	206-4	5.569,2	Alhué
S/i	Inversiones Cisnes S.A Miguel Zauschhevich	206-5	1.160,9	Alhué
Hacienda Loncha	CODELCO-Chile, División El Teniente	212-8	24.080,1	Alhué
S/i	Minera Florida S.A	209-10	16.452,8	Alhué
S/i	Raúl Prieto Moreno	209-4	2.649	Alhué
S/i	s/i	s/i	2.713,4	Alhué
Total			75.163,7	

S/i: sin información.

Fuente. Base de datos digital proyecto GEF, OTAS, ortofotos de propiedades rurales CIREN-Corfo escala 1:20.000.

ANEXO 1: Listado de especies vegetales

Anexo 1. Listado de especies vegetales

Familia	Especie	Origen	Distribución	Categoría Conservación	Nombre común
ADIANT	<i>Adiantum excisum</i>	E	45M6789A	FP	
ADIANT	<i>Adiantum gertrudis</i>	E	4M	EP	
ADIANT	<i>Adiantum sulphureum</i>	N	45M6789AB	FP	
ADIANT	<i>Cheilanthes hypoleuca</i>	N	2345M6789	FP	
ALSTRO	<i>Alstroemeria</i> sp.				
AMARYL	<i>Hippeastrum bicolor</i>	N	45M789	FP	añañuca
ANACAR	<i>Lithrea caustica</i>	E	45M6789	FP	litre
ANACAR	<i>Schinus latifolia</i>	E	45M67	FP	molle
ANACAR	<i>Schinus montana</i>	E	56M	FP	litrecillo
ANACAR	<i>Schinus polygama</i>	N	345M6789A	FP	huingán
APIACE	<i>Azorella spinosa</i>	E	56789A	FP	
APIACE	<i>Laretia acaulis</i>	N	345M67	V	llaretilla
APIACE	<i>Mulinum spinosum</i>	N	345M6789B	FP	neneo
APIACE	<i>Sanicula crassicaulis</i>	N	45M6789A	FP	pata de león
ASTERA	<i>Ageratina glechonophylla</i>	N	245M678	FP	barbón
ASTERA	<i>Aristeguetia salvia</i>	E	45M678	FP	salvia macho
ASTERA	<i>Baccharis linearis</i>	N	345M6789A	FP	romerillo
ASTERA	<i>Baccharis neaei</i>	N	45M6789A	FP	
ASTERA	<i>Baccharis pingraea</i>	N	2345M6789A	FP	
ASTERA	<i>Baccharis rhomboidalis</i>	E	35M6789A	FP	vautro
ASTERA	<i>Chuquiraga oppositifolia</i>	N	45M67	FP	chuquiraga
ASTERA	<i>Gochnatia foliolosa</i>	E	45M6789	FP	mira
ASTERA	<i>Haplopappus arbutoides</i>	N	45M67	FP	
ASTERA	<i>Haplopappus macrocephalus</i>	E	5M6789	FP	
ASTERA	<i>Haplopappus paucidentatus</i>	N	4M6789A	FP	
ASTERA	<i>Mutisia involucrata</i>	E	67	FP	
ASTERA	<i>Mutisia subulata</i>	N	45M6789	FP	clavel del campo
ASTERA	<i>Podanthus mitiqui</i>	E	45M678	FP	mitique
ASTERA	<i>Senecio erucaeformis</i>	N	45M78	FP	
ASTERA	<i>Senecio polygaloides</i>	N	45M678B	FP	
BERBER	<i>Berberis actinacantha</i>	E	245M6789	FP	michay
BERBER	<i>Berberis empetrifolia</i>	N	45M6789BC	FP	zarcilla
BERBER	<i>Berberis microphylla</i>	N	6789ABC	FP	
BLECHN	<i>Blechnum hastatum</i>	N	45M6789A	FP	
BRASSI	<i>Cardamine glacialis</i>	N	348BC	FP	
BRASSI	<i>Cardamine tuberosa</i>	E	45M89B	FP	
BROMEL	<i>Puya alpestris</i>	E	5M6789	FP	chagual
BROMEL	<i>Puya coerulea</i>	E	5M6	FP	chagual
CACTAC	<i>Echinopsis chiloensis</i>	E	245M67	FP	quisco
CALLIT	<i>Callitriche lechleri</i>	N	5M689AC	FP	

Continuación Anexo 1. Listado de especies vegetales sector Altos de Cantillana

Familia	Especie	Origen	Distribución	Categoría Conservación	Nombre común
CAMPAN	Lobelia excelsa	E	45M67	FP	
CARYOP	Cardionema ramosissima	E	12345M689	FP	
CARYOP	Stellaria chilensis	E	1245M6789	FP	
CELAST	Maytenus boaria	N	345M6789A	FP	maitén
CORSIA	Arachnites uniflora	N	M789ABC	FP	flor de la araña
CUSCUT	Cuscuta chilensis	N	2345M6789A	FP	
DIOSCO	Dioscorea humifusa	E	45M89	FP	cuerdecilla
DIOSCO	Dioscorea saxatilis	E	45M67	FP	
DIOSCO	Epipetrum humile	E	5M8	FP	
ELAEOC	Aristolelia chilensis	N	45M6789A	FP	maqui
ELAEOC	Crinodendron patagua	E	5M678	FP	patagua
EPHEDR	Ephedra chilensis	N	2345M6789	FP	pingo-pingo
ESCALL	Escallonia pulverulenta	E	45M6789	FP	mardoño
EUPHOR	Adenopeltis serrata	E	4M8	FP	colliguay macho
EUPHOR	Avellanita bustillosii	E	M6	EP	avellanita
EUPHOR	Colliguaja odorifera	E	234M	FP	colliguay
FABACE	Adesmia loudonia	E	45M	FP	
FABACE	Adesmia viscida	E	45M6789	FP	
FABACE	Anarthrophyllum cumingii	E	45M67	FP	pichi romero
FABACE	Lathyrus magellanicus	N	45M6789BC	FP	
FABACE	Sophora macrocarpa	E	45M6789	FP	mayú
FAGACE	Nothofagus macrocarpa	E	5M6	V	roble blanco
FLACOU	Azara celastrina	E	45M678	FP	lilén
FLACOU	Azara dentata	E	5M6789	FP	
FLACOU	Azara petiolaris	E	45M678	FP	maquicillo
GERANI	Geranium core-core	N	12345M789ABC	FP	core-core
GERANI	Geranium sessiliflorum	N	1M789ABC	FP	
GROSSU	Ribes punctatum	N	45M6789	FP	zarzaparrilla
HEMERO	Pasithea caerulea	N	2345M6789	FP	azulillo
HYACIN	Ozioroe arida	E	5M	FP	
IRIDAC	Olsynium junceum	N	4M6789AC	FP	
IRIDAC	Olsynium scirpoideum	N	2345M6789	FP	
IRIDAC	Sisyrinchium arenarium	N	45M6789BC	FP	
IRIDAC	Sisyrinchium graminifolium	E	2345M6789	FP	
LARDIZ	Lardizabala biternata	E	56789AC	FP	coile
LAURAC	Beilschmiedia miersii	E	5M6	V	belloto del norte

Continuación Anexo 1. Listado de especies vegetales sector Altos de Cantillana

Familia	Especie	Origen	Distribución	Categoría Conservación	Nombre común
LAURAC	<i>Cryptocarya alba</i>	E	45M6789	FP	peumo
LAURAC	<i>Persea lingue</i>	N	5M6789A	FP	lingue
LILIAC	<i>Miersia chilensis</i>	E	58	FP	
LILIAC	<i>Trichopetalon plumosum</i>	E	45M6789	FP	
LILIAC	<i>Tristagma bivalve</i>	E	5M6789	FP	
LOASAC	<i>Loasa paradoxa</i>	E	5M	FP	
LOASAC	<i>Loasa triloba</i>	E	45M6789A	FP	ortiga brava
LORANT	<i>Tristerix corymbosus</i>	N	345M6789A	FP	
MIMOSA	<i>Acacia caven</i>	N	345M6789A	FP	espino
MONIMI	<i>Peumus boldus</i>	E	45M6789A	FP	boldo
MYRTAC	<i>Luma chequen</i>	E	45M6789A	FP	chequén
MYRTAC	<i>Myrceugenia exsucca</i>	N	45M6789A	FP	
OXALID	<i>Oxalis arenaria</i>	N	5M	FP	
OXALID	<i>Oxalis cinerea</i>	N	5M6	FP	
PHYTOL	<i>Ercilla volubilis</i>	E	5M6789AB	FP	
POACEA	<i>Chusquea cumingii</i>	E	45M6	FP	quila
POLYGO	<i>Muehlenbeckia hastulata</i>	N	345M6789A	FP	quilo
PORTUL	<i>Calandrinia affinis</i>	N	45M67	FP	quiaca
PORTUL	<i>Calandrinia axilliflora</i>	E	5M68A	FP	
PORTUL	<i>Calandrinia compressa</i>	E	145M6789A	FP	
PROTEA	<i>Lomatia hirsuta</i>	N	45M6789A	FP	radal
RANUNC	<i>Anemone decapetala</i> var. <i>decapetala</i>	N	45M6789AC	FP	huante
RANUNC	<i>Barneoudia major</i>	N	5M6	FP	
RHAMNA	<i>Colletia hystrix</i>	N	345M6789AB	FP	crucero
RHAMNA	<i>Retanilla ephedra</i>	E	5M6789	FP	retanilla
RHAMNA	<i>Retanilla trinervia</i>	E	4M	FP	trebo
ROSACE	<i>Acaena pinnatifida</i>	N	45M6789ABC	FP	cadillo
ROSACE	<i>Acaena splendens</i>	N	45M678	FP	cadillo
ROSACE	<i>Kageneckia angustifolia</i>	E	45M67	V	frangel
ROSACE	<i>Kageneckia oblonga</i>	E	45M678	FP	bollén
ROSACE	<i>Quillaja saponaria</i>	E	45M6789	FP	quillay
ROSACE	<i>Tetraglochin alatum</i>	N	345M678	FP	horizonte
RUBIAC	<i>Galium aparine</i>	A	12345M6789ABC	FP	lengua de gato
SAPIND	<i>Guindilia trinervis</i>	N	45M67	FP	guindillo
SCROPH	<i>Alonsoa meridionalis</i>	N	45M678	FP	ajcillo
SCROPH	<i>Calceolaria corymbosa</i>	E	45M6789A	FP	
SCROPH	<i>Calceolaria integrifolia</i>	N	89A	FP	

Continuación Anexo 1. Listado de especies vegetales sector Altos de Cantillana

Familia	Especie	Origen	Distribución	Categoría Conservación	Nombre común
SCROPH	Calceolaria meyeniana subsp. meyeniana	E	5M67	FP	
SCROPH	Calceolaria polifolia	E	45M	FP	
SCROPH	Calceolaria thyrsoiflora	E	5M67	FP	palito dulce
SOLANA	Cestrum parqui	N	12345M6789A	FP	palqui
TECOPH	Tecophilaea violaeiflora	E	45M	FP	
TROPAE	Tropaeolum brachyceras	E	45M7	FP	
TROPAE	Tropaeolum tricolor	E	2345M6789A	FP	
URTICA	Urtica urens	A	1245M6789AC	FP	
VALERI	Valeriana oreocharis	N	5M789	FP	
VALERI	Valeriana papilla	E	45M6	FP	
VERBEN	Rhaphithamnus spinosus	N	45M6789AB	FP	arrayán macho
VERBEN	Verbena berteroi	N	45M6	FP	
VERBEN	Verbena litoralis	N	1345M6789A	FP	
VITACE	Cissus striata	N	45M8A	FP	pilpil voqui
WINTER	Drimys winteri	N	45M6789AB	FP	canelo
WOODSI	Cystopteris fragilis var. apiiformis	N	145M789ABC	FP	

ANEXO 2: Listado de especies de fauna asociada a las formaciones vegetacionales

1. En Formación Matorral Espinoso de la Cordillera de la Costa

Especie	Nombre Común
MAMÍFEROS	
Marsupiales	
Didelphidae	
<i>Thylamys elegans</i>	Llaca
Placentados	
Roedores	
Cricetidae	
<i>Abrotrix longipilis</i>	Laucha de pelo largo
<i>Abrotrix olivaceus</i>	Laucha olivácea
<i>Oligoryzomys longicaudatus</i>	Ratón colilarga o ratón de los espinos
<i>Phyllotis darwini</i>	Lauchón oregudo
<i>Chelemys megalonyx</i>	Ratón topo del matorral
Octodontidae	
<i>Octodon degus</i>	Degú de las pircas
<i>Spalacopus cyanus</i>	Cururo
<i>Abracoma bennetti</i>	Ratón chinchilla
Muridae*	
<i>Rattus rattus*</i>	Rata negra
<i>Mus musculus*</i>	Lauchita
Carnívoros	
Canidae	
<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo
<i>Psudalopex griseus</i>	Chilla o Zorro gris
Felidae	
<i>Felis guigna</i>	Huiña
Mustelidae	
<i>Galictis cuja</i>	Quique
<i>Conepatus chinga</i>	Chingue
Quiropteros	
Vespertilionidae	
<i>Myotis chiloensis</i>	Murciélago
<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago

AVES

Tinamidae

Nothoprocta perdicaria

Perdiz

Cathartidae

Coraghyis atratus

Jote de cabeza negra

Cathartes aura

Jote de cabeza roja

Accipitridae

Geranoaetus melanoleucus

Aguila

Parabuteo unicinctus

Peuco

Buteo polysoma

Aguilucho

Falconidae

Milvago chimango

Tiuque

Falco sparveris

Cernícalo

Falco peregrinus

Halcón peregrino

Phasianidae

Callipepla californica

Codorniz

Charadriidae

Vanellus chilensis

Queltehue

Columbidae

Zenaida auriculata

Tórtola

*Columba livia**

Paloma

Columbina picui

Tórtola cuyana

Tytonidae

Tyto alba

Lechuza

Styigidae

Bubo virginatus

Tucúquere

Glaucidium nanum

Chuncho

Athena cunucularia

Pequén

Caprimulgus longirostris

Gallina ciega

Trochilidae

Sephanoides galeritus

Picaflor

Patagonas gigas

Picaflor gigante

Picidae

Picoides lignanius

Carpinterito

Colaptes pitius

Pitio

Furnaridae

Leptasthenura aegithaloides

Tijeral

Asthenes modesta

Canastero chico

Asthene humicola

Canastero

Rhinocryptidae

Scytalopus magellanicus

Churrín

Scelorchilus albicollis

Tapaculo

Pterotochos megapodius

Turca

Tyranidae

Agriomis livida

Mero

Xolmis pyrope

Diucón

Elaenia albiceps

Fio-Fio

Anairetes parulus

Cachudito

Phytotomidae

Phytotoma rara

Rara

Hirundinidae

Tachycineta meyeri
Pygochelidon cyanoleuca
Hirundo rustica
Troglodytidae aedon

Golondrina chilena
Golondrina de dorso negro
Golondrina bermeja
Chercán

Muscicapidae

Turdus flaklandii

Zorzal

Mimidae

Mimus thenca

Tenca

Emberizidae

Sicalis luteiventris
Zonotrichia capensis
Sturnella loyca
Molothrus bonariensis

Chirihue
Chincol
Loica
Mirlo

Fringillidae

Phrygillus patagonicus
Phrygillus gayi
Diuca diuca
Carduelis barbata
Phrygillus fruticeti
Phrygilus unicolor
Phrygilus alaudinus

Cometocino patagónico
Cometocino
Diuca
Jilguero
Yal
Pájaro plomo
Platero

Passeridae

*Passer domesticus**

Gorrión

REPTILIA**Serpentes****Colubridae**

Tachymenis chilensis
Philodryas chamissonis

Culebra de cola corta
Culebra de cola larga

Lacertes**Tropiduridae**

Liolaemus chiliensis
Liolaemus nitidus
Liolaemus tenuis
Liolaemus lemniscatus

Lagarto verde o llorón
Lagarto escamoso
Lagarto de colores
Lagarto café

Teiidae

Callopiastes palluma

Iguana

AMPHIBIA**Bufonidae**

Bufo arunco

Sapo de rulo

Leptodactylidae

Pleurodema thaul

Sapo de cuatro ojos

2. Formación Bosque Esclerófilo Costero

Especie	Nombre Común
MAMÍFEROS	
Marsupiales	
Didelphidae	
<i>Thylamys elegans</i>	Llaca
Placentados	
Roedores	
Cricetidae	
<i>Abrotrix longipilis</i>	Laucha de pelo largo
<i>Abrotrix olivaceus</i>	Laucha olivácea
<i>Oligoryzomys longicaudatus</i>	Ratón colilarga o ratón de los espinos
<i>Phyllotis darwini</i>	Lauchón oregudo
Octodontidae	
<i>Octodon lunatus</i>	Degú costino
<i>Abracoma bennetti</i>	Ratón chinchilla
Muridae*	
<i>Rattus rattus*</i>	Rata negra
<i>Mus musculus*</i>	Lauchita
Carnívoros	
Canidae	
<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo
<i>Pseudalopex griseus</i>	Chilla o Zorro gris
Felidae	
<i>Oncifelis guigna</i>	Huiña
Mustelidae	
<i>Galictis cuja</i>	Quique
<i>Conepatus chinga</i>	Chingue
Quiropteros	
Vespertilionidae	
<i>Myotis chiloensis</i>	Murciélago
<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago
AVES	
Tinamidae	
<i>Nothoprocta perdicaria</i>	Perdiz
Accipitridae	
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Aguila
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Peuco
<i>Buteo polysoma</i>	Aguilucho
Falconidae	
<i>Milvago chimango</i>	Tiuque
<i>Falco sparveris</i>	Cernícalo
Phasianidae	
<i>Callipepla californica*</i>	Codorniz
Charadriidae	
Columbidae	
<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola
<i>Columbina picui</i>	Tórtola cuyana

Tytonidae	
<i>Tyto alba</i>	Lechuza
Styigidae	
<i>Bubo virginatus</i>	Tucúquere
<i>Glaucidium nanum</i>	Chuncho
<i>Athena cunucularia</i>	Pequén
<i>Caprimulgus longirostris</i>	Gallina ciega
Trochilidae	
<i>Sephanoides galeritus</i>	Picaflor
<i>Patagonas gigas</i>	Picaflor gigante
Picidae	
<i>Picoides lignanius</i>	Carpinterito
<i>Colaptes pitius</i>	Pitio
Furnaridae	
<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral
<i>Asthenes modesta</i>	Canastero chico
<i>Asthene humicola</i>	Canastero
Rhinocriptidae	
<i>Scytalopus magellanicus</i>	Churrín
<i>Scelorchilus albicollis</i>	Tapaculo
<i>Pterotochos megapodius</i>	Turca
Tyranidae	
<i>Agriomis livida</i>	Mero
<i>Xolmis pyrope</i>	Diucón
<i>Elaenia albiceps</i>	Fio-Fio
<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito
Phytotomidae	
<i>Phytotoma rara</i>	Rara
Hirundinidae	
<i>Tachycineta meyeri</i>	Golondrina chilena
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina de dorso negro
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina bermeja
<i>Troglodytidae aedon</i>	Chercán
Muscicapidae	
<i>Turdus flaklandii</i>	Zorzal
Mimidae	
<i>Mimus thenca</i>	Tenca
Emberizidae	
<i>Sicalis luteiventris</i>	Chirihue
<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol
<i>Sturnella loyca</i>	Loica
<i>Molothrus bonariensis</i>	Mirlo
Fringillidae	
<i>Phrygillus patagonicus</i>	Cometocino patagónico
<i>Phrygillus gayi</i>	Cometocino
<i>Diuca diuca</i>	Diuca
<i>Carduelis barbata</i>	Jilguero
<i>Phrygillus fruticeti</i>	Yal
<i>Phrygillus unicolor</i>	Pájaro plomo
<i>Phrygillus alaudinus</i>	Platero

Passeridae <i>Passer domesticus*</i>	Gorrión
REPTILIA	
Serpentes	
Colubridae	
<i>Tachymenis chilensis</i>	Culebra de cola corta
<i>Philodryas chamissonis</i>	Culebra de cola larga
Lacertes	
Tropiduridae	
<i>Liolaemus chiliensis</i>	Lagarto verde o llorón
<i>Liolaemus nitidus</i>	Lagarto escamoso
<i>Liolaemus tenuis</i>	Lagarto de colores
<i>Liolaemus lemniscatus</i>	Lagarto café
AMPHIBIA	
Bufo	
<i>Bufo arunco</i>	Sapo de rulo
Leptodactylidae	
<i>Alsodes nodosus</i>	Sapo popeye
<i>Pleurodema thaul</i>	Sapo de cuatro ojos

3. Formación Bosque Caducifolio de Santiago

Especie	Nombre Común
MAMÍFEROS	
Placentados	
Roedores	
Cricetidae	
<i>Abrotrix longipilis</i>	Laucha de pelo largo
<i>Abrotrix olivaceus</i>	Laucha olivácea
<i>Oligoryzomys longicaudatus</i>	Ratón colilarga o ratón de los espinos
<i>Phyllotis darwini</i>	Lauchón oregudo
Octodontidae	
<i>Abracoma bennetti</i>	Ratón chinchilla
Muridae*	
<i>Rattus rattus*</i>	Rata negra
Carnívoros	
Canidae	
<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo
Felidae	
<i>Felis guigna</i>	Huiña
Mustelidae	
<i>Conepatus chinga</i>	Chingue
Quiropteros	
Vespertilionidae	
<i>Myotis chiloensis</i>	Murciélago
<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago

AVES

Tinamidae

Nothoprocta perdicaria

Perdiz

Cathartidae

Coraghyis atratus

Jote de cabeza negra

Cathartes aura

Jote de cabeza roja

Accipitridae

Geranoaetus melanoleucus

Aguila

Parabuteo unicinctus

Peuco

Buteo polysoma

Aguilucho

Falconidae

Milvago chimango

Tiuque

Falco sparveris

Cernícalo

Falco peregrinus

Halcón peregrino

Columbidae

Zenaida auriculata

Tórtola

Columbina picui

Tórtola cuyana

Tytonidae

Tyto alba

Lechuza

Styigidae

Bubo virginatus

Tucúquere

Glaucidium nanum

Chuncho

Athena cunucularia

Pequén

Caprimulgus longirostris

Gallina ciega

Trochilidae

Sephanoides galeritus

Picaflor

Patagonas gigas

Picaflor gigante

Picidae

Picoides lignanius

Carpinterito

Colaptes pitius

Pitio

Furnaridae

Leptasthenura aegithaloides

Tijeral

Asthenes modesta

Canastero chico

Asthene humicola

Canastero

Rhinocriptidae

Scytalopus magellanicus

Churrín

Scelorchilus albicollis

Tapaculo

Pterotochos megapodius

Turca

Tyranidae

Agriomis livida

Mero

Xolmis pyrope

Diucón

Elaenia albiceps

Fio-Fio

Anairetes parulus

Cachudito

Phytotomidae

Phytotoma rara

Rara

Hirundinidae

Tachycineta meyeri

Golondrina chilena

Pygochelidon cyanoleuca

Golondrina de dorso negro

Hirundo rustica

Golondrina bermeja

Troglodytidae aedon

Chercán

Muscicapidae	
<i>Turdus flaklandii</i>	Zorzal
Mimidae	
<i>Mimus thenca</i>	Tenca
Emberizidae	
<i>Sicalis luteiventris</i>	Chirihue
<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol
<i>Sturnella loyca</i>	Loica
<i>Molothrus bonariensis</i>	Mirlo
Fringillidae	
<i>Phrygillus patagonicus</i>	Cometocino patagónico
<i>Phrygillus gayi</i>	Cometocino
<i>Diuca diuca</i>	Diuca
<i>Carduelis barbata</i>	Jilguero
<i>Phrygillus fruticeti</i>	Yal
<i>Phrygillus unicolor</i>	Pájaro plomo
<i>Phrygillus alaudinus</i>	Platero
Passeridae	
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión

REPTILIA

Serpentes

Colubridae

<i>Tachymenis chilensis</i>	Culebra de cola corta
<i>Philodryas chamissonis</i>	Culebra de cola larga

Lacertes

Tropiduridae

<i>Liolaemus tenuis</i>	Lagarto de colores
<i>Liolaemus lemniscatus</i>	Lagarto café
Liolaemus monticola	Lagarto de montaña
Polychrotidae	
<i>Pristydactylus valeriae</i>	Lagarto

AMPHIBIA

Leptodactylidae

<i>Pleurodema thaul</i>	Sapo de cuatro ojos
-------------------------	---------------------

4. Formación Estepa altoandina

Especie	Nombre Común
MAMÍFEROS	
Marsupiales	
Placentados	
Roedores	
Cricetidae	
<i>Abrotrix longipilis</i>	Laucha de pelo largo
<i>Abrotrix olivaceus</i>	Laucha olivácea
Octodontidae	
<i>Spalacopus cyanus</i>	Cururo

Quiropteros**Vespertilionidae***Myotis chiloensis*

Murciélago

Tadarida brasiliensis

Murciélago

AVES**Tinamidae***Nothoprocta perdicaria*

Perdiz

Cathartidae*Coraghyis atratus*

Jote de cabeza negra

Cathartes aura

Jote de cabeza roja

Vultur gryphus

Condor

Accipitridae*Geranoaetus melanoleucus*

Aguila

Parabuteo unicinctus

Peuco

Buteo polysoma

Aguilucho

Falconidae*Milvago chimango*

Tiuque

Falco sparveris

Cernícalo

Falco femorales

Halcón perdiguero

Falco peregrinus

Halcón peregrino

Columbidae*Zenaida auriculata*

Tórtola

Tytonidae*Tyto alba*

Lechuza

Styigidae*Bubo virginatus*

Tucúquere

Glaucidium nanum

Chuncho

Athena cunucularia

Pequén

Furnaridae*Geosita cunicularis* Minero**Tyrannidae***Muscisaxicola macloviana*

Dormilona tontita

Phytotomidae*Phytotoma rara*

Rara

Hirundinidae*Tachycineta meyeri*

Golondrina chilena

Pygochelidon cyanoleuca

Golondrina de dorso negro

Hirundo rustica

Golondrina bermeja

Fringillidae*Phrygillus patagonicus*

Cometocino patagónico

Phrygillus gayi

Cometocino

Anatidae*Chloephaga melanoptera*

Piuquén

Anas flavirostris

Jergón chico

Lophometta speculariodes

Pato juarjal

REPTILIA

Serpentes

Lacertes

Tropiduridae

Liolaemus monticola

Lagarto de montaña

AMPHIBIA

Bufonidae

Bufo arunco

Sapo de rulo

Leptodactylidae

Pleurodema thaul

Sapo de cuatro ojos

ANEXO 3: Cartografía Temática. Línea de Base.

II. PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN

1) INTRODUCCION

La Zonificación es una componente del Plan de Manejo, caracterizada por contener un programa general para cada zona definida de acuerdo a sus características, potencialidades y limitaciones. Este programa general se traduce en objetivos de manejo y usos posibles. En función de los antecedentes proporcionados por el estudio de línea de base se identificaron y caracterizaron los sectores críticos para la conservación y las restricciones de uso que imponen ciertos elementos del medio natural para, posteriormente, definir y delimitar la zonas de manejo en el área de estudio. En este sentido, la zonificación es un proceso de ordenación territorial que consiste en sectorizar un determinado espacio del territorio en zonas homogéneas a través de un mecanismo coherente que permita evaluar diversos criterios y resolver, satisfactoriamente, la asignación de usos dentro del espacio natural.

2) OBJETIVOS

El objetivo final del estudio de zonificación es la identificación de áreas homogéneas en base a las características físicas, restricciones ambientales y potencialidades del área de manera que, a través de este proceso, se contribuya a la conservación, protección y al uso sustentable del espacio natural en el área de estudio, y a compatibilizar dichos objetivos con las actividades y usos actuales y planificados. Desde esta perspectiva es importante tener presente los objetivos, generales y específicos de una zonificación para orientar planes de ordenación de recursos naturales. Estos objetivos son los siguientes:

2.1) Generales

- Definir y señalar el estado de conservación de los recursos y ecosistemas en el ámbito territorial del espacio natural objeto de ordenación.
- Determinar las limitaciones y condicionantes que deban establecerse de acuerdo al estado de conservación del sistema natural.
- Señalar los regímenes de protección que procedan.
- Promover la aplicación de medidas de conservación, restauración y mejora de los recursos naturales que lo precisen.
- Formular criterios orientadores de las políticas sectoriales y ordenadores de las diversas actividades económicas y sociales, públicas y privadas, posibles de llevar a cabo para que sean compatibles con las exigencias señaladas.

2.2) Específicos

- Proteger los recursos naturales manteniendo la dinámica y estructura funcional de los ecosistemas, y en especial de los más representativos del espacio natural.
- Establecer criterios de uso que promuevan la persistencia de todos los recursos genéticos más significativos, especialmente aquellos singularmente amenazados.
- Mejorar, recuperar y rehabilitar los elementos y procesos del medio natural que se encuentren degradados por las actividades extractivas, la inadecuada explotación de los recursos, y por factores derivados de su carácter rural agrario y periurbano.

- Establecer criterios y líneas de acción orientados a la puesta en valor de aquellos recursos que se encuentren insuficientemente utilizados, que supongan un aprovechamiento equilibrado encaminado a procurar el desarrollo sostenible de la comunidad local.
- Determinar la potencialidad de las actividades compatibles con la conservación del espacio, sus recursos y valores, que pueden ser susceptibles de ser utilizadas como incentivadoras del rol social del espacio natural, favoreciendo en forma especial a los habitantes de las zonas adyacentes al espacio natural y en aquellas otras de su ámbito de influencia, buscando elevar la calidad de vida de esas comunidades humanas.
- Compatibilizar los usos destinados a la conservación de los sistemas naturales con aquellos derivados de las actividades productivas que se desarrollan en el área, con el fin de que estos usos productivos coadyuven a las actividades de conservación.

3) METODOLOGIA DE ZONIFICACION

El problema de la distribución y asignación de las zonas de manejo en este espacio natural fue resuelto utilizando una técnica simple de evaluación multicriterio (EMC) integrada al SIG. El método consiste en la valoración de un conjunto de criterios técnicos, previamente definidos por el equipo de trabajo, a través de una escala de puntuación preestablecida, privilegiando, en este caso, la protección y conservación de los recursos naturales. Por medio de una serie de reuniones el equipo de trabajo identificó los elementos del sistema natural que sirvieron como criterios para la valoración y zonificación del territorio. Cada investigador, según su especialidad, definió rangos para las variables, discretizando aquellas con valores continuos y, según la escala de puntuación que muestra la Tabla 1, evaluó el criterio en función de su valor para la conservación.

Tabla 1. Escala de puntuaciones.

Puntuación	Significancia	Equivalencia
5	MUY ALTO	a) Muy Relevante, b) Prioridad de primer orden, c) Implicancia directa sobre aspectos relevantes, d) Debe Solucionarse
4	ALTO	a) Relevante, b) Prioridad de segundo orden, c) impacto significativo, pero hasta que se traten otros elementos, d) No tiene que resolverse completamente
2	MEDIO	a) Podría ser Relevante, b) Prioridad de tercer orden, c) Podría causar un impacto, d) Podría ser un factor determinante para un tema principal
1	BAJO	a) Relevancia no significativa, b) Prioridad baja, c) Causa poco impacto, d) No es un factor determinante para un tema principal

La evaluación de los criterios definidos se realizó teniendo siempre presente el valor que cada elemento representa para la conservación de acuerdo a los siguientes aspectos: 1) singularidad de los recursos, presencia de especies endémicas y con problemas de conservación; 2) representatividad, existencia de una muestra representativa de determinados ecosistemas o recursos naturales; 3) fragilidad de los recursos; 4) potencialidades y restricciones de uso; 5) uso actual del territorio; y 6) normativas y regulaciones aplicadas al área.

A través de una sumatoria lineal ponderada de los valores se determinó un valor de conservación para cada unidad de síntesis, que corresponde a una unidad homogénea del territorio, resultado de la superposición de las distintas capas temáticas generadas en la línea de base del estudio. Estas unidades corresponden a los sectores básicos del territorio, en función de los cuales se valoran los méritos de conservación de cada punto del área de estudio. Este método se ha integrado en el SIG bajo un conjunto de procedimientos y un sistema de consulta implementado en ArcView 3.2. De esta manera, a través de la superposición de capas temáticas y consultas realizadas sobre la base de datos espaciales, se obtuvo una carta síntesis que expresa, gráficamente, las áreas con mayor valor ecológico y restricciones al uso del suelo.

3.1) Criterios

En función del diagnóstico ambiental se identificaron los elementos del sistema natural más relevantes que, en forma individual o integrada, fueron usados como criterios para la valoración ecológica del área. Los elementos identificados son: flora y vegetación, fauna, pendientes, uso actual del suelo, uso del suelo planificado y red hídrica. Cada uno de estos criterios fue dividido en categorías y evaluado en relación a su valor para la conservación. La vegetación y fauna se evaluaron de manera integrada para obtener una representación del valor ecológico del área, constituyendo un criterio más para la definición y delimitación de las zonas de manejo.

3.1.1) Valor ecológico

El valor ecológico del área se determinó en función de la singularidad y el grado de intervención en que se encuentran las formaciones vegetacionales (Anexo 1: Carta 1; Valor ecológico). Esta valoración resultó ser un criterio fundamental para delimitar espacialmente las zonas de manejo definidas para el área. A continuación se realiza una descripción de las principales variables consideradas para la definición de este indicador.

a) Singularidad

La singularidad fue valorada de acuerdo a los siguientes aspectos: a) la representatividad de las formaciones vegetacionales en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado a nivel regional y nacional; b) endemismo; c) especies con problemas de conservación; y d) especies con consideraciones especiales.

- Representatividad

La representatividad de las formaciones vegetales fue medida en función de la presencia de las formaciones vegetales definidas para el área en las unidades del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) a nivel regional y nacional. De esta manera, aquellas formaciones que no están presentes o que están escasamente representadas en las unidades del SNASPE, adquieren la puntuación más alta debido a la prioridad y urgencia de protección que ellas requieren. En la Tabla 2 se muestra la escala de puntuación según el número de unidades del SNASPE, a nivel regional y nacional, que contienen y protegen una o más de las formaciones vegetales identificadas.

Tabla 2. Escala de puntuación del nivel de representatividad de las formaciones vegetales según el número de unidades del SNASPE.

Puntuación	Representatividad	Regional	Nacional
4	Sin o Muy Baja	0	1
3	Baja	1	2
2	Media	2	3
1	Alta	3 o más	4 o más

- Endemismo

El endemismo fue medido en función del número de especies de flora y fauna endémicas, probables de encontrar en cada formación vegetal. Para estos efectos, se identificó y determinó el número de las especies endémicas por formación vegetal en el área de estudio. De esta manera, las formaciones vegetales con mayor número de especies endémicas fueron valoradas con la más alta puntuación debido al valor ecológico que estas representan (Tabla 3).

Tabla 3. Escala de puntuación del nivel de endemismo según el número de especies endémicas por formación vegetal.

Puntuación	Grado de endemismo	N° de especies flora	N° de especies Fauna
4	Muy alto	> 15	> 15
3	Alto	10 – 15	10 – 15
2	Medio	5 – 10	5 – 10
1	Bajo	0 – 5	0-5

- Especies con problemas de conservación

El número de especies con problemas de conservación fue otra de las variables utilizadas para determinar el valor ecológico y prioridad de conservación de las formaciones vegetales. Para ello se determinó el número de especies de flora y fauna en categoría de conservación por formación vegetal y, al igual que en el caso anterior, aquellas con mayor número de especies con problemas de conservación reciben la más alta puntuación debido a su prioridad de conservación, tal como se indica en la Tabla 4.

Tabla 4. Escala de puntuación según número de especies con problemas de conservación por formación vegetal.

Puntuación	Prioridad	Nº de especies flora	Nº de especies Fauna
4	Muy alta	≥ 3	≥ 3
3	Alta	2	2
2	Media	1	1
1	Baja	0	0

- Especies con consideraciones especiales

Una variable adicional para determinar el valor ecológico y las prioridades de conservación de las formaciones vegetales fue el número de especies vegetales que, según los argumentos planteados en la Línea de Base del proyecto, relacionados básicamente con el nivel de conocimiento y el rango de distribución de las especies, merecen una consideración especial (Tabla 5).

Tabla 5. Escala de puntuación según número de especies con consideraciones especiales por formación vegetal.

Puntuación	Prioridad	Nº de especies
4	Muy alta	≥ 3
3	Alta	2
2	Media	1
1	Baja	0

b) Grado de alteración de las formaciones vegetales

La base de datos del Catastro Nacional de Bosque Nativo proporciona información acerca del grado de intervención de la cobertura vegetal presente en el área de estudio. El grado de intervención es medido bajo el supuesto de que aquellas unidades que, fisonómicamente, corresponden a matorrales, como matorral arborescente, matorral y matorral-pradera, son un estado degradado de las formaciones vegetales originales, esto es bosque esclerófilo costero y bosque caducifolio de Santiago, identificadas para el área. Además, de forma complementaria, el grado de artificialización de las unidades fue medido de acuerdo al grado de manipulación antrópica que presentan las coberturas de uso del suelo. De esta manera, aquellas unidades que presentan menor grado de alteración fueron valoradas con las más alta puntuación debido a que se encuentran en un buen estado de conservación y, por lo tanto, se deben mantener en dicha condición (Tabla 6).

Tabla 6. Escala de puntuación según grado de intervención de las formaciones vegetales.

Categorías de uso	Clase de cobertura	Grado de alteración
Areas Urbanas	n. a.	1
Terrenos uso agrícola	n. a.	1
Rotación cultivo/pradera	n. a.	1
Praderas	n. a.	1
Plantaciones	n. a.	1
Matorral-Praderas	n. a.	1
Matorral	Denso	2
	Semidenso	2
	Abierto	1
	Muy Abierto	1
Matorral arborecente	Denso	3
	Semidenso	3
	Abierto	2
	Muy Abierto	1
Matorral con suculentas	Denso	3
	Semidenso	3
	Abierto	3
	Muy Abierto	2
Bosque adulto	Denso	4
	Semidenso	
	Abierto	
	Muy Abierto	
Renoval	Denso	4
	Semidenso	
	Abierto	
	Muy Abierto	

n. a. No aplicable.

c) Cálculo del valor ecológico

El procedimiento consistió en valorar cada una de las formaciones vegetales según las escalas de puntuaciones antes señaladas a través de una matriz de valoración de doble entrada, cuyos resultados fueron normalizados y acotados a un rango de valores entre 0 y 1. Por medio de la sumatoria lineal de los valores individuales fue determinado el valor ecológico de cada formación vegetal. El proceso de valoración o cálculo del indicador puede ser resumido en los siguientes pasos, que constituye sólo un ejemplo de toda la información y/o datos utilizados:

1º Paso

Puntuación de las formaciones vegetales según escala de valores

Formaciones Vegetales	Representatividad <i>Nacional</i>	Endemismo	...	Grado de alteración
Bosque Caducifolio de Santiago	3	2	...	...
Bosque Esclerófilo	1	4	...	...
Bosque Esclerófilo con Palma	3	4	...	...
Matorral Arborescente Esclerófilo	1	4	...	...
Matorral Esclerófilo con Suculentas	1	4	...	...
Matorral Degradado Esclerófilo	1	4	...	...
Matorral Esclerófilo Sub-Andino	1	3	...	...
Matorral de Espino	1	1	...	...
Estepa Alto-Andina	1	4	...	...
Valor Total = $\sum_{e=1}^n E_{ei}$	13	30	...	...

2º Paso

Normalización de la puntuación entre 0-1

La normalización de la puntuación asignada a cada formación se obtuvo a través de la siguiente fórmula:

$$V_{ei} = \frac{E_{ei}}{\sum_{e=1}^n E_{ei}}$$

Donde:

V_{ei} : valor normalizado de la formación vegetal e en base al criterio i

E_{ei} : valor escalar de la formación vegetal e en base al criterio i

Formaciones Vegetales	Representatividad Nacional	Endemismo	...	Grado de alteración
Bosque Caducifolio de Santiago	0,23	0,07	...	...
Bosque Esclerófilo	0,08	0,13	...	...
Bosque Esclerófilo con Palma	0,23	0,13	...	...
Matorral Arborescente Esclerófilo	0,08	0,13	...	...
Matorral Esclerófilo con Suculentas	0,08	0,13	...	...
Matorral Degradado Esclerófilo	0,08	0,13	...	...
Matorral Esclerófilo Sub-Andino	0,08	0,10	...	...
Matorral de Espino	0,08	0,03	...	...
Estepa Alto-Andina	0,08	0,13	...	...
Valor Normalizado	1	1	...	...

3° Paso

Valor ecológico de las formaciones vegetales

El valor final se obtuvo a través de la suma de cada valor asignada previamente normalizado según la siguiente fórmula:

$$V_e = \frac{\sum_{i=1}^m V_{ei}}{\sum_{i=1}^m \sum_{e=1}^n V_{ei}}$$

Donde:

V_e : valor ecológico de la formación vegetal e

V_{ei} : valor normalizado de la formación vegetal e en base al criterio i

Formaciones Vegetales	Valor Ecológico
Bosque Caducifolio de Santiago	0,11
Bosque Esclerófilo	0,13
Bosque Esclerófilo con Palma	0,16
Matorral Arborescente Esclerófilo	0,13
Matorral Esclerófilo con Suculentas	0,11
Matorral Degradado Esclerófilo	0,13
Matorral Esclerófilo Sub-Andino	0,08
Matorral de Espino	0,06
Estepa Alto-Andina	0,08

3.1.2) Pendiente

La pendiente es un factor físico que actúa como una limitante para el uso del suelo y también define, en conjunto con la vegetación, los suelos, los recursos hídricos y aspectos climáticos, las características ecológicas de una zona. En este sentido, este factor tiene una doble lectura: por una parte es un criterio para diferenciar las posibilidades de uso del suelo y; por otra, contribuye a definir el riesgo y restricciones de uso de un área. En base a la clasificación de pendientes de los estudios agrológicos de CIREN-Corfo, que distingue 8 categorías, se elaboró una reclasificación orientada a ponderar la importancia de este factor sobre el uso del suelo y la conservación de los recursos naturales en el área de estudio (Tabla 7; Anexo 1: Carta 2; restricción de uso del suelo por pendientes).

Tabla 7. Clases de pendientes como factor de ponderación del uso del suelo en el área de estudio.

Rango pendiente (%)	Tipo terreno	Características	Factor de restricción
0-3	Plano a suavemente inclinado	Terrenos aptos para uso agrícola intensivo, actividades residenciales y equipamiento No presentan restricciones al uso del suelo	1
3-15	Moderadamente a fuertemente inclinado	Terrenos aptos para uso ganadero y forestal extensivo Susceptibles de erosión hídrica dependiendo del estado y tipo de la cobertura Permite usos del suelo condicionados a planes de manejo	2
15-45	Moderadamente escarpado a escarpado	Terrenos susceptibles a severa erosión hídrica dependiendo del estado y tipo de cobertura vegetal Presentan fuertes restricciones al uso del suelo La intervención en formaciones vegetacionales degradadas aumenta el riesgo ecológico Permite usos del suelo relacionados con turismo y recreación	3
> 45	Muy escarpado	Terrenos que no admiten usos del suelo y deben ser dedicados exclusivamente a la conservación Es posible desarrollar actividades de investigación científica	4

3.1.3) Recursos hídricos

Este criterio permitió valorar o ponderar la zonificación obtenida del análisis de las formaciones vegetacionales y de las pendientes, especialmente en relación con: la disposición de la red de drenaje en las partes altas de las subcuencas del área de estudio y la protección de cauces y vertientes, según lo dispuesto en la Ley de Bosque del año 1931 y en el proyecto de Ley de Recuperación del Bosque Nativo.

3.1.4) Uso actual del suelo

La valoración se realizó considerando el efecto o impacto del uso actual del suelo sobre el estado y conservación de las formaciones vegetacionales y fauna asociada. De acuerdo a los antecedentes de la línea de base y a las observaciones de terreno, es posible distinguir en el área de estudio las siguientes situaciones:

a) Usos compatibles con la conservación

Aquellos usos que, independientemente de la superficie ocupada, no generan efectos adversos sobre el estado y conservación de las formaciones vegetacionales y se desarrollan en zonas o áreas que presentan una aptitud o capacidad de uso compatible con tales actividades. Este es el caso de las actividades agrícolas, pecuarias, forestales y agroindustriales que se realizan sobre terrenos planos a ondulados, en sectores de valles y rinconadas del área de estudio. Dependiendo de la intensidad del uso, en términos de superficie, mano de obra y capital, es posible distinguir entre “usos intensivos” y “usos extensivos”. En este caso, la ponderación del factor “uso del suelo” estará relacionada con prácticas de manejo que sean compatibles con la conservación de las formaciones vegetacionales adyacentes y de la biodiversidad que contienen, especialmente en las zonas de borde con las áreas prioritarias de conservación. El uso propuesto será aquel indicado en la zonificación del Plan Regulador Metropolitano de Santiago, provincias de Talagante y Melipilla, Comunas de Buin y Paine (MPRMS pTM-cBP). En tal sentido, estas áreas actuarán como zonas de amortiguamiento o buffer, respecto del área núcleo de conservación definida.

a.1) Usos con impacto bajo sobre la conservación

Aquellos usos que actualmente se desarrollan en el área núcleo de conservación y que son compatibles con el mantenimiento de sus características naturales. Estos usos y/o actividades no generan impactos negativos y tampoco están condicionadas por aspectos ecológicos y fisiográficos, siendo estas variables factores que potencian su futuro desarrollo. Dentro de esta categoría podemos mencionar: educación ambiental, investigación científica y turismo-recreación. Los condicionamientos para estas actividades tienen que ver con la accesibilidad al área núcleo y las diferentes subzonas, como también con el establecimiento de limitaciones al uso público.

b) Usos incompatibles con la conservación

Aquellos usos que, independientemente de la superficie ocupada y su distribución, generan impactos negativos sobre el estado y conservación de las formaciones vegetacionales y fauna asociada en las zonas definidas como prioritarias para la conservación; es decir, en todas las subzonas del área núcleo. En este caso, podemos identificar las siguientes situaciones:

b.1) Usos con alto impacto sobre la conservación

Aquellos que presentan una intensidad de uso alta, en alguna de las subzonas definidas como prioritarias para la conservación, en términos de superficie y tipo de formación vegetal explotada, sobre terrenos con pendientes mayores a 45% o sobre los 1.000 m.s.n.m, ubicados, preferentemente, en las nacientes de cuencas hidrográficas, bordes de esteros y manantiales y en laderas de exposición norte. Este factor permitirá discriminar la posibilidad real de mantener estas actividades en cada una de las subzonas o de implementar medidas de manejo para que sean compatibles con la conservación de las subzonas del área núcleo. Dentro de esta categoría se encuentran: uso ganadero extensivo, uso forestal extensivo, elaboración de carbón, extracción de leña y tierra de hoja y actividades mineras.

b.2) Usos con impacto medio sobre la conservación

Aquellos que presentan una intensidad de uso media, en alguna de las subzonas definidas como prioritarias para la conservación, en términos de superficie y tipo de formación vegetal intervenida, sobre terrenos ubicados bajo los 1.000 m.s.n.m y con pendientes inferiores a 15%. En este caso, el valor ecológico de la subzona y las características fisiográficas del área, en cuanto a pendiente y exposición, permitirán el desarrollo condicionado de ciertas actividades y usos públicos o bien la focalización de aquellos usos que, actualmente, generan impactos negativos en otras áreas que permitan tales actividades. En la práctica, y de común acuerdo con los propietarios, estos usos deberán realizarse en las zonas buffer o de amortiguamiento, bajo normas de manejo que sean compatibles con la conservación y/o restauración de las subzonas prioritarias de conservación definidas en el área núcleo. Dentro de esta categoría podemos mencionar: uso ganadero extensivo, uso forestal extensivo, uso agrícola extensivo, elaboración de carbón, extracción de leña y tierra de hoja y uso turístico-recreativo.

3.1.5) Uso del suelo planificado

Considera la zonificación propuesta en el Plan Regulador Metropolitano de Santiago, provincias de Talagante y Melipilla, Comunas de Buin y Paine (MPRMS pTM-cBP) y la compatibilización de estas áreas con la propuesta del consultor. Se establecen dentro del área de estudio seis grandes categorías: áreas de protección prioritaria o de preservación ecológica, áreas de protección ecológica con desarrollo condicionado, áreas de interés silvoagropecuario exclusivo, áreas de interés silvoagropecuario Laguna de Aculeo, áreas restringidas por cordones montañosos y áreas de inundación de cauces. Cabe destacar que el proceso de zonificación se enfocó, especialmente, en las denominadas áreas de protección prioritaria o de preservación ecológica, en las cuales se identificaron y valorizaron las áreas de mayor valor ecológico, sus posibilidades de uso público-privado, sus principales restricciones y las potenciales actividades de preservación y/o conservación a ser desarrolladas en cada una de ellas. Lo anterior, en consenso con los intereses y objetivos de los propietarios.

4) DESCRIPCION DE LAS ZONAS PROPUESTAS

De acuerdo a los objetivos de manejo que presentan las diversas zonas propuestas para el área de estudio, éstas se ordenan según la clasificación de Oltremani y Thelen (2003). En la Tabla 8 se presenta un resumen de las zonas definidas para el área (Anexo 1: Carta 3; propuesta de zonificación).

Tabla 8. Resumen de las zonas propuestas para el área de estudio.

Categoría de manejo	Superficie (ha)	%
Zonas de Preservación ZP	15.381,56	7,5
Zonas de Conservación ZC	79.936,35	38,8
Zonas de Amortiguación ZA	48.258,17	23,4
Zonas de manejo directo de recursos ZM	44.534,88	21,7
Zonas histórico culturales ZH	239,67	0,1
Zonas de protección de cauces y cuerpos de agua ZPC	15.539,98	7,5
Cuerpos de Agua	2.144,89	1,0
Total	206.035,51	100

4.1) ZONA DE PRESERVACIÓN (ZP)

a) Definición

Corresponden a los sectores menos alterados del área que incluyen ambientes frágiles, únicos o representativos de la biodiversidad regional y nacional en todos sus niveles (genético, especies, ecosistema y paisaje). Estas áreas presentan un buen estado de conservación debido a la baja intensidad de la actividad humana y a las difíciles condiciones de accesibilidad. Los objetivos de manejo de esta zona están orientados a garantizar la preservación integral de los ecosistemas y especies asociadas de tal forma que los procesos biológicos y físicos evolucionen de manera natural. En este sentido, son áreas que deberían destinarse, casi exclusivamente, para fines de investigación científica, educación ambiental y actividades de ecoturismo de bajo impacto.

b) Objetivos de manejo

- Preservar los ecosistemas y la biodiversidad asociada para asegurar una adecuada evolución de los procesos ecológicos.
- Proteger las reservas de agua y su entorno inmediato para asegurar la disponibilidad y calidad del recurso hídrico y el adecuado funcionamiento de los ecosistemas fluviales.
- Desincentivar actividades no compatibles con la preservación de la biodiversidad y el entorno natural con el fin de evitar potenciales riesgos ambientales y/o ecológicos en el área.
- Posibilitar y potenciar la investigación científica, la educación ambiental y las actividades de recreación de bajo impacto.
- Restaurar y recuperar los sectores degradados para mejorar y aumentar las áreas de preservación y reducir los riesgos naturales.

c) Usos posibles

- Programas y actividades destinada a la preservación de los sectores de alto valor ecológico, frágiles y representativos de la biodiversidad regional y nacional, especialmente, formaciones de roble, meseta alto-andina, nacientes de quebradas, esteros y zonas húmedas.
- Programas y actividades de investigación científica y educación ambiental debidamente reglamentado en cuanto al acceso, construcción de infraestructuras, métodos de experimentación y recolección de material, y números de visitantes.
- Programas y actividades de restauración y reforestación especialmente en sectores degradados de altas pendientes y desprovisto de vegetación; en zonas adyacentes a esteros y quebradas; sectores afectados por incendios; áreas intervenidas y alteradas por actividades ganaderas, forestales y mineras.
- Actividades ecoturísticas de bajo impacto, en condiciones rústicas y debidamente reglamentadas en cuanto al acceso, número de visitantes, construcción de infraestructura y tipo de equipamiento. Para tales efectos, deberán elaborarse planes de manejo prediales que contemplen estudios de capacidad de carga, programas de monitoreo y una propuesta de senderos y equipamiento básico claramente delimitados y localizados.
- Diseño e implementación de planes de manejo prediales que permitan reorientar los usos ganaderos y forestales en sectores con aptitud y capacidad de uso apropiadas para el desarrollo de dichas actividades preferentemente alejadas de las zonas de preservación.

d) Caracterización de la zona

• Sector Meseta Alto de Cantillana-Horcón de Piedra y Roblería Cajón de Lisboa.

Está área es considerada de valor ecológico Muy Alto. Sus principales atributos se relacionan con el predominio de las formaciones vegetacionales Estepa Alto Andina, Matorral Sub-andino y Bosque Caducifolio de Santiago que se encuentran en buen estado de conservación, debido, fundamentalmente, a su difícil acceso y, en consecuencia, a la baja intensidad en el uso de los recursos naturales que allí se localizan.

El relieve del área presenta una topografía ondulada de meseta en el sector Altos de Cantillana, y una topografía de ladera y quebradas abruptas, con pendientes superiores a 45%, en los sectores Horcón de Piedra y Cajón de Lisboa.

Esta zona cumple importantes funciones en la producción y regulación del ciclo hidrológico, por cuanto ella se ubica en la cabecera de las principales cuencas hidrográficas que drenan hacia Laguna de Acuelo y Estero Alhué. Además, en algunos sectores existe acumulación de nieve durante las épocas de invierno y primavera transformándose, en estos casos, en una importante reserva de agua para el área.

Por otra parte, en el sector Morro Las Lagunas se ha registrado la presencia de sitios arqueológicos del tipo Pukara, y habitacionales, aumentando su valor para la preservación no sólo del patrimonio natural sino también del cultural.

No obstante las condiciones de naturalidad del área, es posible detectar un uso ganadero estacional extensivo y una importante actividad turístico recreativa muy poco regulada y completamente desarticulada. Considerando estos aspectos, los objetivos básicos son la preservación de las condiciones naturales, especialmente las relacionadas a la conservación de la biodiversidad y protección de recursos hídricos.

- **Sector Roblería del Cobre de Loncha**

Este sector coincide con los límites actuales de la Reserva Nacional Roblería del Cobre de Loncha (D° 62 de 1996 Minagri), localizada al sur de la comuna de Alhué, que corresponde a las zonas del cordón montañoso y cabecera de la cuenca del Estero Carén, afluente del Estero Alhué. El relieve es abrupto, conformado por cordones de cerros y quebradas, con pendientes que se ubican en el rango de 15 a 45%.

Esta área presenta, en general, un valor ecológico Alto, dado por la presencia predominante de la formaciones vegetales Bosque Caducifolio de Santiago y Bosque esclerófilo costero, las que contienen un alto endemismo y especies de flora y fauna con problemas de conservación, tales como Peumo (*Cryptocarya alba*), Hualo (*Nothofagus glauca*), y Palma Chilena (*Jubaea chilensis*).

Cabe destacar la presencia de algunos sectores de valor ecológico Medio, en los cuales existe Matorral Arborescente Esclerófilo, degradado por uso histórico, los cuales debieran estar sujetos a programas de restauración.

4.2) ZONA CONSERVACIÓN (ZC)

a) Definición

Corresponde a sectores que contienen elementos representativos de la biodiversidad del área y mantienen un buen estado de conservación debido a una menor presión de uso. Los objetivos de manejo están orientados a conservar la biodiversidad del área, mantener un adecuado funcionamiento de los procesos ecológicos y disminuir las amenazas del sector a través del control y manejo de las actuales actividades que se desarrollan en la zona.

b) Objetivos de manejo

- Conservar el ambiente natural inalterado o poco intervenido para asegurar la diversidad biológica del área en todos sus niveles (genético, especie y paisaje) y mantener un adecuado funcionamiento de los procesos biogeoquímicos (ciclo hídrico, ciclaje de nutriente, ciclo carbono).
- Proteger los recursos hídricos a través de la mantención de una adecuada cobertura vegetal nativa, con el fin de evitar un desequilibrio en el balance hídrico de las principales cuencas del área y la activación procesos erosivos y sedimentación que alteren la disponibilidad y calidad del agua.
- Ordenar y reorientar las actuales actividades que se desarrollan en esta zona desincentivando actividades extractivas intensivas, relocalizando las actividades en sectores con adecuada aptitud para su desarrollo, y promoviendo actividades y/o prácticas compatibles con la conservación.
- Posibilitar y potenciar la investigación científica, la educación ambiental y las actividades de recreación de bajo impacto..
- Restaurar y recuperar áreas degradadas o transformadas por actividades antrópicas, en especial aquellos sectores adyacentes a cuerpos de agua (quebradas, esteros, ríos y lagunas) y caminos.

c) Usos posibles

- Actividades de recreación y turismo debidamente reglamentada en cuanto a su acceso, número de visitantes, contractibilidad, tipo de equipamiento y servicios. Los sectores destinados a este tipo de actividades deberán estar claramente delimitados y ser continuamente monitoreados. Para tales efectos, deberán elaborarse planes de manejo que contemplen estudios de capacidad de carga, programas de monitoreo y una propuesta de senderos y equipamiento básico claramente delimitados y localizados.
- Programas y actividades de investigación científica y educación ambiental debidamente aprobada y reglamentada por el propietarios o la institución que administre el área.
- Programas y actividades de restauración y reforestación en sectores degradados de altas pendientes y desprovisto de vegetación; en zonas adyacentes a esteros y quebradas; sectores afectados por incendios; áreas intervenidas y alteradas por actividades ganaderas, forestales y mineras.
- Todas las actividades productivas deberán estar sujetas a planes de manejo prediales que promuevan su localización en lugares específicos, bien delimitados, con aptitudes y capacidad de uso adecuado para su desarrollo; y en donde se establezcan claramente las medidas de mitigación y programas de monitoreo ambiental. Ecoturismo en condiciones rústicas: senderismo, cabalgatas y equipamiento básico de apoyo a dichas actividades.

d) Caracterización de la zona

- **Sector Cordón montañoso Cerro Planchón-Quebrada de la Madera y Loma del Cepillo**

Corresponde a un área homogénea, que presenta, en general, un valor ecológico Alto, dado principalmente por la presencia de las formaciones vegetacionales Bosque Esclerófilo y Matorral Subandino. Sin embargo, debido al desarrollo de actividades ganaderas y forestales carentes de planes de manejo, algunos sectores se encuentran altamente intervenidos disminuyendo su un valor ecológico.

El relieve del sector se caracteriza por una topografía con pendientes superiores a 45%, quebradas abruptas y laderas escarpadas. Cabe destacar que esta zona abarca, en gran medida, la parte alta y media de la cuenca de la laguna Aculeo.

- **Sector Cajón de Aculeo y Rinconada de Chocalán**

Este sector presenta un valor Ecológico Alto, determinado por el predominio de las formaciones vegetales Bosque y Matorral Arborescente esclerófilo caracterizadas por su alto endemismo y la presencia de especies con problemas de conservación como el Belloto del Norte. El relieve del área es escarpado con pendientes superiores a 45%. Las formaciones vegetales presentan condiciones de degradación en algunos sectores debido a que frecuentemente son utilizadas para la extracción de leña y elaboración de carbón.

- **Sector Tantehue, Cerro Matancilla y Culiprán**

Es una extensa zona con características homogéneas y valor ecológico Alto. La formación vegetal predominante en esta área es el Bosque esclerófilo denso, realizado por la presencia de Palma Chilena (*Jubaea Chilensis*, en sectores del Cajón del rey, Cajón de Ñico y Cajón Las Casas. El relieve del área es escarpado, con pendientes superiores a 45% y una densa red de quebradas. Cabe destacar que las partes altas de esta zona corresponden a las nacientes y cabeceras de la cuenca del estero Tantehue,

afluente del estero Popeta, por lo cual cumple un rol importante en la regulación del ciclo hidrológico del área.

El uso del suelo predominante es forestal extensivo, con prácticas estacionales de ganadería. Por otra parte esta área ha sido reconocida como área de protección de los ecosistemas vegetacionales (D°427 de 1968 Minagri) y conservación de fauna silvestre (D°382 de 1998 Minagri), que abarca no sólo los cordones de cerros sino también los fondos de valle.

- **Sector Cuenca Estero Carén**

Corresponde a la parte media del estero Carén, caracterizada por un relieve en el cual predominan las pendientes escarpadas con valores entre 15 y 45%. Presenta un valor ecológico Medio a Alto, determinado por el predominio de la formación vegetacional matorral arborescente esclerófilo; además, en las laderas de exposición sur es posible observar ejemplares de Palma Chilena.

Es una zona de la comuna de Alhué relativamente aislada territorialmente donde los usos tradicionales asociados a la ganadería extensiva y extracción de leña, se han minimizado debido a la actual administración de CODELCO, por lo cual se favorecen las actividades de conservación de flora y fauna.

4.3) ZONA DE AMORTIGUAMIENTO (ZA)

Corresponden a un área de transición desde usos conservacionistas a usos productivos tradicionales. Son zonas buffer cuyo objetivo es compensar los efectos negativos que las actividades productivas provocan sobre las áreas de mayor valor ecológicos ubicadas en las zonas de preservación y conservación. Estas área aún mantienen un alto grado de naturalidad por lo que es posible establecer, a través de ellas, una conexión entre los ecosistemas mejor conservados y las zonas de manejo de recursos naturales extendiendo los servicios ambientales (disponibilidad y calidad de agua, protección de suelo, mantención del clima local, reducción de emisiones, belleza escénica) y ecológicos (variabilidad y flujo genético, controladores naturales de plagas, ciclaje de nutrientes) hacia las zonas más intervenidas. Las actividades que se desarrollen en estas zonas deberán estar condicionados a la protección y conservación de los recursos naturales y a la mitigación y/o disminución de los impactos ambientales que dichas actividades provocan.

b) Objetivos de manejo

- Permitir el desarrollo de las actuales actividades económicas y/o usos del suelo condicionados a la mitigación y/o disminución de los impactos ambientales que dichas actividades provocan, especialmente sobre las zonas intangibles y primitivas.
- Compensar los impacto causado por las actuales actividades productivas y extracción de recursos naturales sobre los áreas de mayor valor ecológico a través del diseño e implementación de planes de manejo ambiental.
- Proteger los recursos hídricos, a nivel de cuencas, con el fin de no alterar el balance hidrológico del área.
- Promover actividades y/o prácticas compatibles con la conservación tales como el ecoturismo, turismo rural y otras actividades al aire libre.
- Posibilitar y potenciar actividades de investigación y educación ambiental orientada al desarrollo, y capacitación, de técnicas y prácticas de manejo sustentables de los recursos naturales.
- Restaurar y recuperar áreas degradadas por el desarrollo de las actividades productivas en el sector.

c) Usos posibles

- **Actividades forestales:** Todas las actividades relacionadas con el uso de los recursos forestales deberán estar sujetas a planes de manejo prediales en los cuales se deberá establecer las prescripciones técnicas de manejo de bosques y plantaciones, las medidas de mitigación de impactos y los programas de monitoreo del recurso. La actividad se deberá focalizar en áreas específicas de aptitud forestal, promoviendo su futuro desarrollo en zonas de manejo.
- **Actividad Ganadera:** Esta actividad se deberá localizar en sectores aptos para su desarrollo. En este sentido, se deberán elaborar los estudios necesarios para la identificación de sitios cuya capacidad permita sustentar, en el largo plazo, esta actividad en función, fundamentalmente, de la carga animal y de la productividad de las praderas. La ganadería deberá ser controlada a través de planes de manejo en los cuales se especifiquen el número de animales, tipo de ganado, rutas de traslados, la rotación de los sitios, programas de monitoreo, entre otras especificaciones técnicas con el objetivo de disminuir la presión los ecosistemas, en especial, sobre especies de vegetales altamente palatables como la Avellanita (*Avellanita bustillosii*).
- **Actividades residencial:** Se permitirán proyectos inmobiliarios, infraestructura y equipamientos sólo en aquellos sectores definidos y normados por el “Plan Regulador Metropolitano de Santiago” (PRMS). La división predial, índices de construtibilidad, densidades y otros requerimientos deberán cumplir con lo establecido en el PRMS para estas áreas.
- **Actividad minera:** se permitirá prospecciones y explotaciones mineras condicionadas a) al cumplimiento de la normativa ambiental vigente (SEIA); b) a la normativa establecidas en el PRMS; y c) a especificaciones técnicas y de manejo adicionales relacionadas con la protección y/o mitigación de potenciales impactos sobre ecosistemas y recursos naturales localizados en las zonas de preservación y conservación.
- **Actividades de restauración:** se deberá promover programas de restauración ecológicas y/o revegetación en los sectores degradados; en especial, áreas aledañas a cursos de agua, taludes de caminos, botaderos de material estéril, senderos y huellas en desuso.

d) Caracterización de la zona

- **Sector Laguna de Aculeo-Pie de Monte**

Este sector presenta valores ecológicos Medio y Alto, debido a la presencia de bosque y matorral arborescente esclerófilo en buen estado de conservación. No obstante el valor ecológico del sector, en el área se desarrollan actividades forestales no madereras, como es la extracción de tierra de hoja, uso ganadero extensivo, turístico recreativo, y, en los sectores más bajos, uso residencial. El uso residencial, en este sector, presenta condiciones de expansión, observable en el desarrollo de proyectos inmobiliarios como Piedra Molino y Alto Laguna.

En relación a este instrumento de planificación, los usos posibles incluyen actividades silvoagropecuarias, áreas verdes y espacio público, equipamiento deportivo, esparcimiento-recreación, científico y parcelas agrícolas. Estos usos deben estar condicionados a la elaboración de planes de manejo ambiental en los que especifiquen las medidas de mitigación de impactos sobre las áreas naturales.

- **Sector Cerro Matancilla-Horcón de Piedra**

En este sector predomina el Matorral esclerófilo abierto asociado a algunas suculentas como Quisco (*Echinopsi chilensis*) y Chagual (*Puya sp*) con un valor ecológico Medio. Se caracteriza por la presencia de ladera de exposición norte, escarpada, y con evidentes procesos erosivos, los cuales ameritan programas de restauración específicos.

Estos procesos geodinámicos obedecen a un constante uso ganadero extensivo y extracción forestal, además de la presencia de riesgo por incendio forestal, asociado su fácil accesibilidad a través del camino Rangué-Melipilla. Actualmente, esta zona está sometida a una fuerte presión de uso recreativo y turístico, de manera inorgánica y espontánea, por lo cual requiere programas específicos que regularicen estas actividades.

- **Sector Culiprán-Estero Popeta y Hacienda Tantehue**

Corresponde a la laderas media y alta del valle del estero Popeta, con pendientes superiores al 30%. En el sector predomina el uso del suelo agrícola intensivo, principalmente cultivos anuales (maíz), cultivos permanentes (viñas y frutales) y actividades agroindustriales. Por otra parte, en las áreas de contacto entre el valle y laderas de cerro (Estero Tantehue, Cajón del Rey y Cajón Las Casas) es posible observar áreas de valor ecológico Alto, asociado con la presencia de Bosque esclerófilo e individuos de Palma Chilena.

En términos de manejo, se reconoce la vocación agrícola de esta zona, y las propuestas del MPRMS pTM-cBP para las Área de Protección Ecológica con Desarrollo Controlado. En este sentido, las funciones de amortiguamiento que cumple esta área dicen relación con permitir el mantenimiento de las condiciones de naturalidad en los cordones de cerros y con un manejo adecuado de las actividades que se desarrollan en las zonas agrícolas y agroindustriales.

- **Sector Cordón cerro El Quisco-Cerro El Espino**

Corresponde a las laderas de la vertiente oriental del Cordón de cerros Alto El Quisco y El Espino, localizadas en el la ruta San Pedro-Melipilla. Esta zona contribuye a integrar funcionalmente las partes bajas y planas del Estero Popeta, que presenta en sus bordes matorral de espino, y las laderas con matorral esclerófilo degradado. La intervención humana en el área y la presencia de matorral degradado definen un valor ecológico Bajo.

Los usos se relacionan con la ganadería extensiva y extracción de leña, unido a agricultura tradicional en los sectores bajos. Dichas actividades deberán ser regulada en función de los objetivos de conservación y del mantenimiento de las características naturales la cuenca alta del estero Popeta.

- **Sector Cabeceras Cuenca El Yali**

Esta zona se localiza en las laderas del cordón de cerros Morro Tres Puntas, Morro Las Cabras, Cerro Alto El Vaquero y Cerro Los Cóndores, en el límite oriental de la comuna de San Pedro. Corresponde a una franja de terreno que integra funcionalmente las áreas de agricultura intensiva de fondo de valle con las nacientes y cabeceras de cuenca del estero Chacón, afluente del Yali. Las formaciones vegetales en estos cordones, se caracterizan por el predominio del Bosque esclerófilo denso, en buen estado de conservación, lo que le atribuye un valor ecológico Alto.

Cabe destacar que en su parte baja, en la comuna de Santo Domingo, esta cuenca costera ha sido declarada Reserva Nacional (DS N° 41, 1996 MINAGRI), considerándola el área de concentración de

fauna silvestre más importante del litoral costero de la zona central y norte, por lo cual resulta imperioso la conservación de los recursos hídricos existentes en el sector. En este sentido, se estima que las cabeceras de cuenca del Estero Chacón cumplen un rol importante en la regulación del ciclo hidrológico de la cuenca del Yali por lo cual su uso debe estar regulado con especial cuidado.

- **Sector Laderas Estero Piche-Cajón de Lisboa**

Corresponde a una franja de terreno situada en las laderas de exposición sur del Estero Piche, Cajón de Lisboa y Cordón de Cantillana. Este sector presenta importantes masas de vegetación, que en su parte alta se caracteriza por el predominio del bosque esclerófilo denso y matorral sub-andino. En las partes medias y bajas de las laderas es posible observar formas degradadas del Bosque esclerófilo, presentes como formaciones de matorral esclerófilo, el cual ha sido intervenido por actividades silvoagropecuarias extensivas, tales como pastoreo de ganado vacuno, extracción de tierra de hoja, extracción de leña y carbón. Actualmente se observa un uso recreativo de baja intensidad, de carácter local, asociado a las actividades de la comuna de Alhué.

- **Sector Alhué-El Membrillo**

Corresponde a una zona de fondo de valle y pie de monte situada al sur del Estero Alhué que presentan actividades antrópicas de carácter intensivo. Hacia el poniente de Villa Alhué se observan actividades agrícolas intensivas, predominando los cultivos permanentes de viñas y frutales; al este de esta villa las actividades agrícolas se unen a actividades mineras, como es el caso de la localidad de El Asiento, en el cual se localiza la mina Pedro Valencia. Además, en esta zona se encuentran los asentamientos poblados Villa Alhué, El Asiento y San Ignacio.

- **Sector Área resguardo Relave Carén**

Esta zona de amortiguamiento se localiza en las laderas de cerros que rodean el Tranque de Relave Carén. Constituye una zona de topografía moderada con pendientes entre 10 y 30% con predominio de la formación matorral arborescente esclerófilo. Para este sector se reconoce la propuesta del MPRMS pTM-cBP, en cuanto ésta área coincide con los límites de la Zona de Amortiguación de Impacto por Relave Minero de Cobre.

4.4) ZONA DE MANEJO DIRECTO DE RECURSOS (ZM)

a) Definición

Corresponde a aquellos sectores del área que presentan usos del suelo y actividades económicas consolidadas reconocidas en los instrumentos de planificación territorial. El objetivo principal de esta zona es mantener las actuales actividades económicas y usos del suelo, incentivando un manejo compatible con el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y los objetivos de conservación establecidos para el área.

b) Objetivos de manejo

- Promover el uso sustentable de los recursos naturales a través la elaboración de planes de manejo ambiental que minimicen el impactos sobre los recursos y los procesos ecosistémicos.
- Promover el diseño e implementación de sistemas de gestión ambiental en las principales empresas emplazadas en el sector, en los cuales se establezcan, claramente, las políticas y compromisos de un mejoramiento continuo del desempeño ambiental.
- Promover actividades y usos de bajo impacto compatibles con los objetivos de conservación establecidos para el área.
- Capacitar a pequeños y medianos propietarios que desarrollen actividades silvoagropecuarias tradicionales en prácticas y técnicas de manejo de manejo sustentable de los recursos naturales.

c) Usos posibles

- **Actividades agrícolas y ganaderas:** cultivos anuales y permanentes de secano y riego; cultivos agrícolas tradicionales, apicultura, cultivos industriales, viticultura y fruticultura, praderas artificiales y naturales.
- **Actividades agroindustriales:** planteles avícolas y porcícolas, packing e instalaciones vitivinícolas y frutícolas.
- **Actividad forestal:** plantaciones forestales, extracción de leña y producción de carbón.
- **Actividad minera:** exploraciones y explotaciones mineras, plantas industriales y tranques de relave, botaderos estériles e instalaciones de superficie.
- **Actividades de carácter urbano y residencial:** áreas urbanas consolidadas, áreas de extensión urbana, proyectos inmobiliarios, equipamiento deportivo y recreación, esparcimiento y turismo, culto y cultural e infraestructura sanitaria.
- **Actividades turísticas y recreativas:** turismo rural, agroturismo, camping, pesca, deportes náuticos, entre otras.
- **Actividades de investigación en ciencia y tecnología orientada al mejoramiento de los procesos productivos:** equipamiento de apoyo a investigación y educación ambiental, centros de investigación y experimentación en manejo de recursos naturales.
- **Actividades de restauración:** se deberá promover programas de restauración ecológicas y/o revegetación en los sectores degradados; en especial, áreas aledañas a cursos de agua, taludes de caminos, botaderos de material estéril, sectores erosionados.

d) Caracterización de la zona

- **Sector Laguna de Aculeo, Pintué y Río Angostura**

Corresponde al fondo de valle estructurado por la Laguna de Aculeo, Estero Peralillo y valle del Río Angostura, de topografía plana, con pendientes inferiores al 3% y que en su interior presenta zonas de protección de cauce en el estero Huiticalán, río Angostura, estero Peralillo, y en la ribera sur y poniente de la Laguna de Aculeo. Es un área de actividad agrícola intensiva y de desarrollo residencial, con parcelas de agrado. En su interior se localiza un área de extensión urbana alrededor de la localidad de Pintué.

Los objetivos de manejo para esta zona, reconocen la propuesta establecida en MPRMS pTM-cBP, para las Zonas de Interés Silvoagropecuario Mixto, que en el área corresponden a las ISAM 10 e ISAM 12. En este sentido, los usos posibles son actividades silvoagropecuarias, parcelas agrícolas, áreas verdes, equipamiento deportivo y recreación, esparcimiento y turismo, culto y cultural e infraestructura sanitaria, con excepción de la disposición de residuos domiciliarios. Por otra parte, y dadas las condiciones de ruralidad del área y su vocación preferentemente agrícola se establece para las actividades residenciales una división predial mínima será de 1,5 ha para las parcelas agrícolas y de 2 ha para los equipamientos.

- **Sector Laguna Aculeo y Loma del Cepillo**

Corresponde sector que presenta una topografía con pendientes de entre 0-20%, con presencia predominante de la formación vegetacional matorral esclerófilo con suculentas y laderas con exposición predominantemente norte. Esta formación se presenta degradada por el uso extensivo a que han sido sometidas, por lo cual su valor ecológico es Medio y Bajo. Los objetivos de manejo en el área, reconocen los usos del suelo actuales asociados con la actividad agrícolas, turístico/ recreativas, residenciales, ganaderas y forestales; y los objetivos y usos posibles propuestos en el MPRMS pTM-cBP, bajo la categoría de Área de Interés Silvoagropecuario, en cuanto estos corresponden a actividades silvoagropecuarias, parcelas agrícolas, equipamiento deportivo y recreación, esparcimiento y turismo, culto y cultural e infraestructura sanitaria.

- **Sector Pabellón-Madinga**

Corresponde a los sectores planos de fondo de valle del Estero Cholqui y Popeta, adyacentes a la ruta Melipilla-Villa Alhué. Sector eminentemente agrícola, con actividades intensivas, que aprovechan las condiciones de suelo del área cuyas capacidades de uso corresponde a I, II y III; destacando la presencia de cultivos permanentes (viñas y frutales) y agroindustrial (planteles avícolas y porcícolas), de carácter empresarial. En el área existe una escasa presencia de matorral esclerófilo y matorral de espino, altamente degradado, situado en los escasos lugares libres de la actividad agrícola.

Dadas las características del área, reconocidas en los instrumentos de planificación territorial, esta zona es homologada a la Zona de Interés Silvoagropecuario y Zona de Protección Ecológica con Desarrollo Controlado, señaladas en la propuesta del MPRMS pTMcBP, en cuanto los usos propuestos son compatibles con los objetivos de manejo del área. Estos usos se refieren al privilegio de las actividades agrícolas y agroindustriales, que actualmente se desarrollan en el área.

- **Sector Cuenca Estero Yali**

Es similar a la zona anterior. Los sectores de fondo de valle de la cuenca del Estero El Yali, son planos, con pendientes menores a 3%, con suelos de buena capacidad de uso. Los usos del área se relacionan con cultivos permanentes intensivos, donde predominan las viñas y frutales, y en menor medida los cultivos anuales de maíz. Estos últimos asociados a la presencia de actividad agroindustrial, consistentes en planteles de porcinos y avícolas.

Esta zona, perteneciente administrativamente a la comuna de San Pedro, reconoce para su manejo los objetivos y usos posibles propuestos en el MPRMS pTM-cBP, bajo la categoría de Área de Interés Silvoagropecuario Mixto, en cuanto estos corresponden a actividades silvoagropecuarias, parcelas agrícolas, áreas verdes, equipamiento deportivo y recreación, esparcimiento y turismo, culto y cultural e infraestructura sanitaria, con excepción de la disposición de residuos domiciliarios.

- **Sector Valle del estero Alhué**

Corresponde, principalmente, a las terrazas de fondo de valle del estero Alhué, que son terrenos planos con pendientes inferiores a 3%, situado al noroeste de la Villa del mismo nombre, hasta la localidad de Piche. En esta área predomina el uso agrícola intensivo, con cultivos permanentes y anuales, y actividades agroindustriales. Esta zona de manejo de los recursos coincide en términos generales con el Área de Interés Silvoagropecuario Exclusivo propuesto para el Valle de Alhué en el MPRMS pTMcBP, en cuanto los usos propuestos son compatibles con los objetivos de manejo del área. Estos usos se refieren al privilegio de las actividades agrícolas y agroindustriales actualmente existentes.

- **Sector Cajón de Lisboa-Estero El Membrillo**

En ella se reconoce el uso actual del suelo y actividades productivas, relacionadas con el uso ganadero y forestal no maderero extensivo en el cajón de Lisboa, y actividad minera intensiva en las laderas del valle del Estero Alhué. Es una zona que presenta un valor ecológico medio y bajo, debido a que las formaciones vegetales se encuentran degradadas.

4.5) ZONAS HISTORICO CULTURALES (ZH)

a) Definición

Corresponde a los sectores donde existen evidencias o rasgos históricos, arqueológicos u otras manifestaciones culturales que necesiten ser preservadas y restauradas. Los objetivos de estas zonas son proteger y valorar el patrimonio cultural del área e incorporarlo como elemento adicional de la conservación del patrimonio natural.

b) Objetivo de manejo

- Proteger y preservar los sitios histórico culturales y arqueológicos asociados a los ambientes naturales del área, con el fin de enriquecer las experiencias recreativas e integrándolas a los circuitos turísticos y/o senderos de interpretación posibles de implementar.

c) Usos posibles o permitidos

- Protección y conservación de sitios histórico-culturales y arqueológicos, promoviendo su integración con las características naturales del área y del paisaje rural.
- Turismo rural asociado a elementos histórico-culturales y arqueológicos
- Equipamiento de apoyo a la actividad turística

d) Caracterización de la zona

• Sector ZH-1 Pintué

Esta zona corresponde a la localidad de Pintué y sus inmediaciones, situada en la comuna de Paine, caracterizada por un villorrio eminentemente agrícola, inserto dentro de los paisajes rurales más tradicionales de la región Metropolitana. En sus inmediaciones se encuentra un conjunto de casas patronales construidas a fines del siglo XVIII, llamado Casas de Pintué e iglesias de carácter rural, que constituyen un patrimonio arquitectónico, aún no reconocido oficialmente. Por otra parte en sus proximidades, se ha detectado al menos un sitio arqueológico denominado “F2/1” de carácter habitacional, aún escasamente conocido.

No obstante, esta situación es reconocida en los circuitos de visitantes vinculados a la Laguna de Aculeo, mediante la implementación de un importante desarrollo de equipamientos y servicios de apoyo a las actividades turístico-recreativas y residenciales.

• Sector Rangue

Esta zona corresponde a la localidad del mismo nombre, de 552 habitantes aproximadamente, que presenta destacadas cualidades del paisaje agrario tradicional, unido a una fuerte dinámica turística e inmobiliaria asociada a la Laguna de Aculeo. Esta situación se expresa en el surgimiento de segundas residencias, para el habitante santiaguino, especialmente en sectores ribereños de la laguna.

No obstante esta situación de cambios, el área mantiene sus características históricas esenciales, reconocidas a través de ser declarada Zona Típica a la Iglesia del Ex Fundo Rangue y Monumento Histórico a la Casa Esquina del Ex Fundo Rangue (D° 189 de 2001 del Mineduc). Estas disposiciones del Consejo de Monumentos Nacionales para la zona, indican el valor patrimonial que se otorga a las forma de vida asociadas a la ruralidad tradicional. En el caso de la casa esquina del ex Fundo Rangue,

ésta data de 1861 y es parte del conjunto de construcciones existentes en el área entre las que sobresale la Iglesia de Rangue, conocida también como Capilla de San Miguel, las bodegas de vinos, bodegas de insumos y ermita del Cristo del Belloto.

También, cabe destacar que en su interior y alrededores, se han identificado al menos 11 núcleos de la especie endémica de la flora regional, *Avellanita (Avellanita bustillosii)*, actualmente en peligro de extinción. Estos núcleos, ubicados en las localidades de Champa, Abrantes, Pintué, Los Hornos y Rangue realzan la importancia del lugar. Todos estos elementos indican que esta zona representa una vocación asociada al turismo y el mantenimiento de las condiciones de ruralidad, como también al mantenimiento del patrimonio natural antes mencionado.

- **Sector Villa Alhué**

Villa Alhué, constituye una zona histórica-cultural, para el objeto de la zonificación, en cuanto esta aldea de 1.657 habitantes, está declarada oficialmente Zona Típica (D° 125 de 1983, Mineduc), bajo la categoría de Pueblos Tradicionales, y en su interior se encuentra el Monumento Nacional Iglesia de Alhué y Casa Parroquial, ésta última actual Museo San Jerónimo, que datan de 1764 (D° 11 de 1974, MINEDUC).

En este sentido, como Zona Típica, constituye una agrupación de bienes inmuebles urbanos o rurales, que forma una unidad de asentamiento representativo, que destaca por su unidad estilística, su materialidad o técnicas constructivas; y que tiene un interés artístico, arquitectónico, urbanístico y social, constituyendo áreas vinculadas por las edificaciones y el paisaje que las enmarca, conformando una unidad paisajística, con características ambientales propias, que definen y otorgan identidad y referencia histórica. Representa un valor irremplazable e irrepetible para nuestra realidad cultural, por lo que se hace imprescindible normar y regular sus intervenciones.

Por otra parte, y de acuerdo a las propuestas emanadas del MPRMS pTM-cBP para el área, se plantea una Zona de Extensión urbana para Villa Alhué, cabe señalar que las disposiciones de manejo respecto de ésta, deben incluir la protección y conservación del aspecto típico y pintoresco, ya que estas medidas aseguran el desarrollo cultural, el turismo, el disfrute y el bienestar general de la comunidad, todo lo cual permite la investigación, la educación, y la valoración de las formas de vida y cultura tradicionales.

4.6) ZONAS DE PROTECCIÓN DE CAUCES Y CUERPOS DE AGUA (ZPC)

a) Definición

Corresponde a áreas adyacentes a los principales cuerpos de agua incluyendo ríos, esteros, quebradas, lagunas y embalses. El objetivo de esta zona está orientado a la protección de riberas y los ecosistemas acuáticos asociados.

b) Objetivo de manejo.

- Proteger las riberas de los principales cursos de agua con el fin de no alterar los ecosistemas acuáticos establecidos que dependen del flujo de nutrientes y otras interacciones ecológicas desde las áreas riparianas.
- Proteger los principales cursos de agua de los efectos de la erosión y arrastre de sedimento para disminuir la tasa de sedimentación de los cuerpos de agua y el embancamiento de ríos y esteros.
- Servir de corredores biológicos que conecten la diversidad de ecosistemas establecidos en el área.
- Asegurar una adecuada disponibilidad y calidad de agua.

c) Usos posibles

- Las actividades que se desarrollen a orillas de cursos de agua deben considerar programas de protección y/o restauración de riberas
- Las infraestructuras asociadas a obras de riego, acueductos, tranques y actividades náuticas instaladas en las riberas de esteros, ríos y lagunas, deberán presentar medidas que mitiguen los eventuales impactos sobre los recursos hídricos

d) Caracterización de la zona

Estas áreas corresponden a los márgenes ribereños de los principales cauces y cuerpos de agua que conforman la red hídrica de área de estudio. En el caso de los ríos y esteros, la composición de esta zona de protección hídrica está determinada por su localización espacial y disposición altitudinal. Es así como la parte alta de las principales cuencas hidrográficas, estas áreas buffer se encuentran dominadas, fundamentalmente, por bosque y matorral arborescente esclerófilo que ofrecen una buena cobertura para la protección de los recursos hídricos. Hacia la parte media de las cuencas la composición de estas zonas cambia a matorrales, en muchos casos intervenidos por actividades antrópicas, que aún mantienen una cobertura vegetal densa que posibilita la protección de los cauces. La situación cambia drásticamente en la parte baja de las cuencas, debido a que las coberturas vegetales asociadas a las riberas de los cauces poseen densidades muy bajas y en algunos sectores, donde la agricultura es más intensiva, las riberas de esteros, ríos y lagunas se encuentran desprovistas de vegetación. Un caso extremo lo representa la Laguna Aculeo, que en sus márgenes sur se encuentra completamente desprovista de vegetación ripariana. La actividad agrícola y, en el último tiempo, los conjuntos residenciales se han extendido hasta la orilla de este importante cuerpo de agua. Es posible observar que el desarrollo de estas actividades, así como la construcción de infraestructura y equipamiento turístico/recreativo asociado a actividades náuticas, no consideran la protección y/o restauración de riberas como un elemento crítico en la conservación de los ecosistemas acuáticos. Las tasas de sedimentación de la Laguna Aculeo han aumentado notablemente debido, en gran medida, a la escasa protección de sus bordes y riberas de sus principales tributarios.

ANEXO 1: Cartografía Temática. Propuesta de Zonificación.

III. PLAN GENERAL INDICATIVO DE MANEJO

1. Introducción

Este plan tiene por objetivo servir como guía para la ejecución de acciones destinadas a implementar, a través de diversas actividades, los objetivos propuestos para cada zona de manejo definida mediante el proceso de zonificación.

Este plan de manejo indicativo incluye una propuesta de programas específicos en los cuales se establecen los lineamientos generales y directrices, a modo de objetivos, para la planificación futura del área protegida. Por cada programa se detallan los objetivos específicos y las actividades necesarias para su implementación.

2. Programas de manejo

2.1 Programa de conservación, protección y restauración

a) Objetivo general

Conservar la biodiversidad en todas sus escalas y a niveles tales que permita mantener la estructura y funcionamiento de los ecosistemas. El rol de la biodiversidad es clave en la mantención de procesos ecológicos tan importantes como mutualismo, comensalismos, parasitismo, competencia y depredación. Estos se establecen dependiendo del nivel de biodiversidad en el ecosistema. La conservación de estas condiciones permite que los ecosistemas brinden a la sociedad importantes bienes y servicios ambientales tales como: mantención del ciclo hidrológico, regulación de la calidad del aire y agua, regulación del clima local, protección del suelo, regulación de los ciclos de nutrientes, belleza escénica, generación de productos maderables y no maderables (frutos y plantas medicinales), entre otros.

b) Objetivos específicos

- **Preservar y conservar ambientes naturales donde la evolución de los procesos biológicos y físicos se mantengan sin alteración humana.**
- **Proteger las reservas de agua y su entorno inmediato para mantener el adecuado funcionamiento de los ecosistemas fluviales.**
- **Proteger las cuencas hidrográficas manteniendo una adecuada cobertura vegetal en su parte media y alta con el fin de no alterara el balance hídrico.**
- **Proteger las riberas de los principales cursos de agua con el fin de no alterar los ecosistemas acuáticos que dependen del flujo de nutrientes y otras interacciones ecológicas desde la áreas riparianas y asegurar una adecuada calidad de agua.**
- **Restaurar las áreas adyacentes a esteros y riberas degradadas o transformadas por actividades antrópicas.**

- **Evitar la degradación del suelo y el inicio de procesos erosivos.**
- Controlar las actividades no compatibles con la calidad natural del área con el fin de evitar su degradación.
- Proponer medidas específicas para limitar acciones que puedan inducir la aparición de riesgos ambientales o la modificación en el paisaje.

c) Actividades

- Diseño e implementación de programas de restauración ecológica en áreas degradadas, adyacentes a las zonas definidas para la conservación, con el objetivo de aumentar la disponibilidad de hábitat y asegurar la conectividad entre ecosistemas.
- Diseño e implementación de programas de recuperación o rehabilitación de especies de flora y fauna silvestre amenazadas en los que se contemplen técnicas de conservación ex situ tales como viverización y bancos de germoplasmas o semillas.
- Regulación, control y/o erradicación de especies de flora y fauna introducidas.
- Diseño e implementación de programas de restauración de antiguas áreas de explotación de recursos naturales, así como de caminos y senderos que en la actualidad no cumplen funciones de accesibilidad.
- Elaboración de programas de protección y restauración de causes, riberas y quebradas destinados a aumentar la conectividad de los ecosistemas y la disponibilidad de hábitat para la flora y fauna asociada al área. Esto tiene por objetivo mantener un flujo adecuado de especies que permita conservar la variabilidad genética local y, en consecuencia, mantener poblaciones viables de especies.
- Diseño de un plan de prevención y control de incendios forestales en el que se establezca, claramente, los procedimientos de coordinación y las operaciones en caso de ocurrencia de incendios forestales. Además debe incluir programas de educación y difusión orientados a la comunidad local y al visitante.
- Elaboración de una normativa de uso público que regule las actividades en las zonas de preservación, conservación y protección.
- Diseño de un sistema de control de acceso al visitantes en áreas restringidas al uso público.
- Diseño e implementación de servicios básicos y de un sistema de eliminación de desechos y aguas servidas en los lugares destinados al uso público y la administración.
- Implementación de infraestructura mínima para el control y la administración de las áreas destinadas a la conservación.
- Mantenimiento de las principales vías de accesos que asegure un adecuado control y administración del área.

2.2 Programa de investigación

a) Objetivo general

Identificar, gestionar e implementar proyectos de investigación que se consideren prioritarios para la conservación, valoración y manejo sustentable del patrimonio natural y cultural del área.

b) Objetivos específicos

- Definir las acciones y estrategias que posibiliten la investigación acerca de los recursos naturales y valores culturales del área.
- Incentivar estudios de investigación que resulten atractivos para los propietarios, particularmente aquellos orientados a mejorar el manejo de los recursos naturales.
- Establecer convenios y acuerdos con instituciones académicas para desarrollar proyectos de investigación.
- Establecer normas sobre el uso del área para la investigación, reglamentando el acceso, la recolección de material y el uso de la información generada.
- Proveer de infraestructura y equipamiento básico destinado a fomentar la investigación.

c) Actividades

- Identificación, priorización y gestión de una cartera de proyectos de investigación orientada a la generación de nueva información de base que permita obtener mayor conocimiento sobre el estado de conservación del área.
- Desarrollo de estrategias de fomento para la investigación y definición de mecanismos para formalizar los acuerdos entre instituciones interesadas.
- Formulación de un cuerpo normativo que regule las actividades de investigación en cuanto 1) a los procedimientos y requisitos para la recolección de materiales y experimentación in situ; y 2) a la propiedad intelectual y material de los resultados.
- Diseño y localización de las instalaciones destinadas a facilitar las investigaciones en el área protegida.

2.3 Programa de recreación y ecoturismo

a) Objetivo general

Promover y desarrollar actividades de recreación y turismo de alto nivel como alternativa de desarrollo local sustentable compatible con los objetivos conservación establecidos para el área.

b) Objetivos específicos

- Promover las potencialidades turísticas y recreativas del área.
- Identificar y delimitar sectores con potencialidades y aptitudes para el desarrollo de actividades turísticas y recreativas.
- Determinar la capacidad de carga de los sectores con potencialidades de desarrollo turístico.
- Definir el diseño, características y envergadura del equipamiento turístico, así como las densidades de constructibilidad.
- Implementar medidas de mitigación para prevenir y/o corregir impactos ambientales derivado de la actividad turística.

c) Actividades

- Elaboración de un plan maestro de desarrollo turístico para el área, en el cual se definan las directrices y estrategias de fomento y desarrollo futuro. Este plan debe incluir la identificación de los atributos naturales y culturales del área; delimitación de los sectores que presentan potencialidades y aptitudes para su desarrollo; y la elaboración de una cartera de proyectos de inversión turística.
- Elaboración de un programa de trabajo para la implementación de una estrategia de desarrollo turístico a través de la coordinación de organismos públicos y privados que cuenten con las atribuciones y recursos necesarios.
- Elaboración de estudios de mercado que permitan determinar y caracterizar la oferta y demanda turística en el área.
- Diseño y elaboración de un sistema de concesiones turísticas.
- Capacitación de propietarios y guías turístico, e implementación de equipamiento y servicios básicos necesarios para el desarrollo de la actividad turística tales como construcción de cabañas, casas de huéspedes, hosterías, refugios, servicios sanitarios, entre otros. Todo diseño debe adecuarse a las características del paisaje circundante.
- Diseño e implementación de sistemas de tratamiento de aguas servidas, recolección y disposición residuos sólidos, distribución de agua potable y redes de energía.

- Elaboración de un programa de construcción y/o mejoramiento de una red caminos, senderos y miradores en sectores de particular interés turístico.
- Identificación y Habilitación de sectores para actividades de camping y picnic.
- Elaboración e implementación de un programa de monitoreo ambiental para evaluar la evolución de los impactos generados por la actividad turística.

2.4 Programa de educación ambiental

a) Objetivo general

La educación ambiental constituye uno de los principales servicios que ofrecen las áreas silvestres protegidas. En este sentido, los objetivos deben estar orientados a entregar oportunidades a los visitantes para apreciar y valorar el patrimonio natural y cultural del área.

b) Objetivos específicos

- Contribuir al desarrollo de una mayor sensibilidad y conciencia ambiental en la comunidad local con el fin de promover la conservación del patrimonio natural y cultural y el manejo sustentable de los recursos.
- Educar acerca de valor ecológico del área y la importancia de su conservación a nivel regional, nacional e internacional.
- Crear una buena imagen pública de los propietarios e instituciones con interés en la conservación del patrimonio natural y cultural del área.

c) Actividades

- Diseño de programas de educación ambiental dirigidos a distintos segmentos etéreos y niveles educativos.
- Inventario y localización de los elementos naturales y culturales significativos, que sean susceptibles de incorporar en los programa de educación diseñados para el área.
- Elaboración de material informativo acerca de la características, objetivos y normas establecidas para el área protegida.
- Diseño y construcción de centros de educación ambiental.
- Diseño e implementación de senderos interpretativos autoguiados en las áreas de interés.
- Selección, diseño y localización de los medios más apropiados para la educación ambiental y la interpretación.

2.5 Programas de manejo sustentable de recursos naturales.

a) Objetivo general

Promover el uso sustentable de los recursos naturales a través del desarrollo de actividades compatibles con la conservación y la reorientación de actividades productivas tradicionales para las cuales se propone la elaboración de planes de manejo ambiental que minimicen el impactos sobre los recursos y los procesos ecosistémicos.

b) Objetivos específicos

b) Objetivos de manejo

- Promover el uso sustentable de los recursos naturales a través la elaboración de planes de manejo ambiental que minimicen el impactos sobre los recursos y los procesos ecosistémicos.
- Promover el diseño e implementación de sistemas de gestión ambiental en las principales empresas emplazadas en el sector, en los cuales se establezcan, claramente, las políticas y compromisos de un mejoramiento continuo del desempeño ambiental.
- Promover actividades y usos de bajo impacto compatibles con los objetivos de conservación establecidos para el área.
- Capacitar a pequeños y medianos propietarios que desarrollen actividades silvoagropecuarias tradicionales en prácticas y técnicas de manejo de manejo sustentable de los recursos naturales.

c) Actividades

- Identificación y promoción de actividades de bajo impacto que complemente y/o sustituyan, gradualmente, las actuales actividades desarrolladas en el área.
- Elaboración de planes de manejo ambiental que reorienten y corrijan las actuales prácticas incompatibles con la conservación.
- Elaboración de programas de monitoreo que evalúen la efectividad de los planes de manejos.
- Elaboración e implementación de medidas de mitigación y corrección ambiental para actividades que implican graves alteraciones en el paisaje tales como la minería, la agricultura intensiva y la actividad inmobiliaria.
- Elaboración de programas de restauración y recuperación de áreas que tradicionalmente han sido utilizada y que actualmente se encuentran improductivas.
- Elaboración de programas de control y/o erradicación de especies de flora y fauna introducidas que puedan afectar las zonas destinadas a la conservación.

2.5.1 Minería.

- Diseñar e implementar un Sistema de Gestión Ambiental (SGA), como parte integral del Sistema Global de Gestión de la Empresa, con el objetivo de abordar los principales problemas ambientales derivados del procesos productivo de la actividad. El SGA debe ser explícito en cuanto a la asignación de recursos y responsabilidades, y deberá contar con un sistema de evaluación continuo de las prácticas, procedimientos y procesos.
- Desarrollar una política de apertura hacia el público que permita mejorar las relaciones de vecindad y establecer canales de comunicación adecuados con la comunidad. Esto tiene como objetivo dar a conocer la importancia de la actividad minera en el desarrollo local y nacional. Para tales efectos se recomienda, en los casos que sea factible, elaborar programas de visitas guiadas siempre y cuando estas actividades no revistan un riesgo tanto para el visitante como para el normal funcionamiento de sistema de producción minero.
- Considerando que la actividad minera desarrollada en el área es de carácter subterránea los principales impactos sobre los recursos naturales, la biodiversidad y el paisaje se relacionan con 1) la construcción de caminos, 2) la ubicación y manejo de botaderos, 3) la ubicación y manejo de embalses de relave; y 4) la operación de la planta de proceso. Para tales efectos, se deberá diseñar e implementar planes de manejo ambiental, programas de monitoreos y planes de abandono de explotación, los cuales formarán parte integral del SGA.
- Respecto a la construcción de caminos se deben considerar las siguientes medidas: 1) remover la menor cantidad de material y cobertura vegetal posible; 2) controlar y estabilizar los taludes a través de estructuras de contención, perfilamiento, aterrazamiento y revegetación con el objetivo de disminuir el riesgo de derrames y deslizamientos hacia zonas de alto valor ecológico –especialmente bosques y quebradas-; 3) evitar la construcción de caminos en las zonas de preservación y conservación; y 5) elaborar e implementar programas de restauración ecológica para caminos abandonados o en desuso.
- Respecto a los botaderos se deben considerar las siguientes medidas: 1) localizar en sectores con escasa cobertura vegetal o en donde no existan recursos naturales y ecosistemas relevantes; 2) estabilizar los taludes con fin de detener los procesos erosivos y remoción en masa en sectores de alto valor ecológicos; y 3) elaborar e implementar un plan abandono que contemple la restauración ecológica del sitio.
- Respecto a los embalses de relave se deben considerar las siguientes medidas: 1) localizar en sectores donde se minimicen los riesgos ecológicos delimitando claramente el área de influencia directa e indirecta; 2) elaborar e implementar planes de manejo ambiental destinados a minimizar los riesgos relacionados con la contaminación de aguas superficiales y subterráneas, contaminación atmosférica y contaminación de suelos; 3) diseñar un programa de monitoreo ambiental para la etapa de operación; y 4) elaborar e implementar un plan de abandono que contemple la restauración ecológica del lugar.

- Respecto al funcionamiento de la planta de proceso se deben considerar las siguientes medidas: 1) identificar el área de influencia y de expansión futura; 2) diseñar e implementar planes ambientales que minimicen los impactos y riesgos ambientales; 3) elaborar e implementar un programa de monitoreo ambiental; y 4) elaborar un plan de abandono de la actividad.
- Los planes de abandono deben considerar las características ecológicas del lugar de tal manera que su restauración sea lo más cercana a la condición original; esto con el objetivo de minimizar los efectos de la fragmentación del ecosistema y procurar la continuidad de los procesos ecológicos.
- Todo plan de reforestación o revegetación debe ser elaborado considerando las asociaciones vegetales existentes y la superficie afectada, de tal manera que se restituya la cantidad y calidad del hábitat o ecosistema alterado.

2.5.2 Agricultura intensiva: Agroindustria y agricultura empresarial

- Identificar los aspectos ambientales relevantes de cada sistema de producción agrícola relacionados, principalmente, con el uso de agroquímicos, alteración del recurso suelo e impactos sobre el medio acuático.
- Diseñar e implementar Sistemas de Gestión Ambiental (SGA), como parte integral del Sistema Global de Gestión de la Empresa, con el objetivo de abordar los problemas ambientales derivados del funcionamiento de los sistemas de producción agrícolas. El SGA debe ser explícito en cuanto a la asignación de recursos y responsabilidades, y deberá contar con un sistema de evaluación continuo de las prácticas, procedimientos y procesos.
- Desarrollar una política de apertura hacia el público que permita mejorar las relaciones de vecindad y establecer canales de comunicación adecuados con la comunidad. Esto tiene como objetivo dar a conocer la importancia de la actividad agrícola en el desarrollo local y nacional. Para tales efectos se recomienda, en los casos que sea factible, elaborar programas de visitas guiadas como parte de algún circuito turístico, siempre y cuando estas actividades no revistan un riesgo tanto para el visitante como para el normal funcionamiento de sistema de producción minero.
- Desarrollar programas de protección y restauración de causas, riberas y quebradas destinados a aumentar la conectividad de los ecosistemas y la disponibilidad de hábitat para la flora y fauna asociada al área. Esto tiene por objetivo mantener un flujo adecuado de especies que permita conservar la variabilidad genética local y, en consecuencia, poblaciones viables de especies.
- Evitar la habilitación de nuevos terrenos agrícolas en áreas cubiertas por vegetación nativa. En los casos en que esta situación ocurra, se deberán desarrollar las medidas de mitigación y compensación exigidas por la ley; entre ellas, la elaboración y ejecución de un plan de reforestación que permita recuperar la superficie afectada.

- Todo plan de reforestación o revegetación deben elaborarse considerando las asociaciones vegetales existente y la superficie afectada, de tal manera que se restituya la cantidad y calidad del hábitat o ecosistema alterados.

- Las actividades agrícolas que se desarrollen en sectores con fuertes pendientes deberán implementar métodos de cultivo que eviten la activación de procesos erosivos tales como cultivos en curvas de nivel, riego localizado, construcción de zanjas de infiltración, entre otras. En aquellas situaciones en donde los procesos erosivos estén activos se deberán implementar medidas de corrección adecuadas para su control.
- Diseñar e implementar, en los casos que corresponda, planes de descontaminación de esteros y ríos y de suelo.

2.5.3 Agricultura extensiva: agricultura tradicional o de subsistencia.

- Promover sistemas de cultivos o actividades agrícolas compatibles con los objetivos de conservación establecidos para el área tales como agricultura orgánica, sistemas agroforestales, apicultura, que contribuyan a diversificar la producción.
- Fomentar y capacitar en técnicas agroecológicas con el objetivo de reorientar la actividad hacia una agricultura más conservacionista en cuanto 1) al uso y manejo del recurso suelo y 2) la utilización de agroquímicos.
- Elaborar programas de transferencias tecnológicas orientadas a mejorar la productividad de los cultivos por unidad de superficie a través sistemas de riego eficientes y manejo adecuado de fertilizante. Esto tiene por objetivo disminuir la demanda de tierras arables y, en consecuencia, la presión sobre los espacios de mayor valor ecológico.
- Desincentivar la habilitación de nuevos terrenos para la agricultura en sectores con fuertes pendiente y/o en áreas cubiertas con vegetación nativa.
- Incentivar el agroturismo o turismo rural, asociado al sistema de vida y tradición local, como una nueva alternativa de ingreso familiar. No obstante, para lograr que estas iniciativas prosperen es necesario desarrollar programas de capacitación y proyectos de implementación de servicios básicos orientados a una brindar un buen servicio al turista.

2.5.4 Ganadería

- Realizar estudios de capacidad de carga ganadera que permitan conocer y regular la carga animal en el área, y promover programas de mejoramiento y recuperación de praderas naturales.
- Diseñar e implementar un Plan de Manejo ganadero cuyo objetivo sea establecer los lineamientos generales respecto al desarrollo futuro de la actividad teniendo como directriz los objetivos de conservación definidos para el área. El Plan de Manejo debe incluir criterios de sustentabilidad que hagan compatible el desarrollo de esta actividad con la conservación de la biodiversidad y de los procesos ecosistémicos que la mantienen. En este sentido el plan de manejo deberá identificar y delimitar, según los estudios de capacidad de carga, las zonas aptas para la ganadería, establecer y coordinar los sistemas de rotación de la masa ganadera; elaborar programas de mejoramiento genético y control sanitario, promover la innovación tecnológica.

- Asociado al plan de manejo ganadero se deben elaborar programas de incentivo para la reconversión de la actividad hacia una ganadería más intensiva en cuanto a las técnicas y tecnologías empleada. El objetivo es confinar el ganado a sectores específicos y reducir la presión sobre los espacios de alto valor ecológico, tales como los ecosistemas sub-andinos y el bosque nativo, a través la incorporación de nuevas técnicas de crianza, el cultivo y almacenamiento de forraje, el mejoramiento de praderas, la utilización cercos y la construcción de establos y/o planteles.
- Elaborar programas de transferencias tecnológica que mejoren las capacidades local en cuanto a la crianza y manejo del ganado; así como también al cultivo y almacenamiento de forraje.

2.5.5 Inmobiliaria

- Los proyectos inmobiliarios se deberán desarrollar sólo en aquellos sectores definidos y normados por el “Plan Regulador Metropolitano de Santiago” (PRMS). La división predial, índices de construtibilidad, densidades y otros requerimientos deberán cumplir con lo establecido en el PRMS para estas áreas.

2.5.6 Explotación forestal

- Elaboración de un plan de ordenamiento forestal para el área del proyecto, cuyo objetivo sea establecer las directrices respecto al desarrollo futuro de la actividad. Este plan de ordenamiento se enmarca bajo el concepto de manejo forestal sustentable definido como la mantención en el tiempo del potencial biológico y físico del ecosistema forestal para producir la misma cantidad y calidad de un amplio espectro de bienes y servicios. El plan de ordenación deberá diseñarse a escala de paisaje entendiendo que la dinámica del ecosistema forestal están sujeto a las condiciones del conjunto de ecosistemas que lo envuelven. En él se deberán identificar y delimitar, en base a las limitaciones y potencialidades del área, 1) zonas de preservación que permitan la mantención de la biodiversidad y repoblamiento de la biota en áreas intervenidas; 2) zonas de protección destinadas a prevenir la activación de procesos erosivos y proteger el recurso hídrico; y 3) zonas de producción forestal. Finalmente el plan de ordenamiento forestal deberá y promover el uso múltiple del bosque considerando valores alternativos del bosque más allá de la extracción de madera.
- Elaboración e implementación de planes de manejo a nivel predial, bajo marco del plan de ordenamiento forestal, en el cual se establezcan las prescripciones silvícolas adecuada para la producción de madera, leña y/o carbón según sea el caso.
- Elaboración e implementación de planes de manejo para la extracción de productos no maderables del ecosistema forestal tales como plantas medicinales, plantas ornamentales, hongos y frutos silvestres.
- Se deberá regular y controlar la extracción de tierra de hojas en el área del proyecto debido al gran impacto que provoca sobre la regeneración del ecosistemas boscosos y, en particular, del ecosistema suelo. Los impactos más importantes son la alteración de ciclos biogeoquímicos fundamentales para el desarrollo de importantes procesos ecológicos tales como los ciclos del nitrógeno, fósforo y azufre. Además es el reservorio

de semillas más importante de ecosistema forestal a partir del cual el bosque es capaz de regenerarse.

- Elaboración de planes de manejo para plantaciones forestales con especies exóticas de rápido crecimiento cuyos objetivos fundamentales deberán estar dirigidos hacia: 1) la recuperación de suelos altamente degradados por las actividades agrícolas y mineras; 2) el control de procesos erosivos; 3) alternativa dendroenergética para la familia campesina; y 4) la obtención de madera como material de construcción al interior del predio. De esta manera se disminuirá, en cierta medida, la presión sobre el bosque nativo. No obstante, se debe privilegiar e incentivar la forestación o reforestación con especies nativas por sobre la utilización de especies introducidas y evitar cualquier forma de sustitución de bosque nativo por plantaciones exóticas.
- Elaboración e implementación de un plan de prevención de incendios forestales que contemple charlas educativas, recomendaciones y confección de material impreso orientado al correcto uso del fuego por parte de la comunidad local y los visitantes.
- Desarrollar un plan de operaciones que contemple los aspectos de ataque inicial con personas de la comunidad local y ataque ampliado que considere la participación de recursos de combate regional.

IV. ANALISIS JURIDICO

1. Introducción

El proyecto “Establecimiento de un ordenamiento territorial orientado a la protección y uso sustentable del área del Cordón de Cantillana”, en su parte jurídica tiene por objeto determinar las categorías de protección legal más apropiadas y sugerir mecanismos de administración para el área. Cabe señalar, que la conservación privada en Chile, aún no tiene una orgánica definida y sólo existen propuestas de un ordenamiento jurídico específico para estas áreas, como es el caso del Reglamento para las Areas Silvestres Protegidas Privadas, que se encuentra en etapa de aprobación.

Introducir formalmente a los privados en la conservación de áreas silvestres, es un anhelo ya señalado en la Ley de Bases del medio Ambiente de 1994; situación que permitiría complementar el actual Sistema de Areas Silvestres Protegidas del Estado y lograr mejores indicadores de preservación y conservación de la naturaleza en Chile.

Iniciativas de conservación privada ya existen en el país⁴, pero no están reglamentadas formalmente, por que no se cuenta con los instrumentos legales que permitan establecer los requisitos para declarar las áreas silvestres protegidas privadas, el procedimiento y los incentivos que debieran tener los privados que afecten de este modo sus tierras; y que en definitiva materialice lo prescrito en el Art. 35 de la Ley 19.300.

El año 1984 se creó el Sistema Nacional de Areas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE), cuya característica esencial es que consisten en predios fiscales, destinados por la autoridad competente a cumplir los fines de conservación de la naturaleza; no obstante sus dimensiones y proporción en relación a la superficie total del país (18% del territorio continental), se estima insuficiente en cuanto representatividad de los ecosistemas, ya que se estima la mayoría de las áreas con valor ecológico, y entre ellas parte importante de las áreas que se consideran prioritarias para la conservación, se encuentran en manos de privados⁵.

Incorporar la propiedad privada en el tema de la conservación implica una realidad necesaria, y un avance en el cumplimiento a los requerimientos internacionales sobre preservación del medio ambiente, al mismo tiempo que permitiría materializar en Chile aspectos novedosos respecto de las funciones sociales de la propiedad.

Por ello, en este informe, se revisan el concepto de función social de la propiedad, y dentro de ésta el concepto de conservación de la naturaleza; entendiéndose que al establecer nuestro ordenamiento jurídico, como deber del Estado, el fomento e incentivo de áreas de protección privada (Art. 35 Ley 19.300) viene a hacer formal y efectiva este componente de la función social de la propiedad, en beneficio de la comunidad toda.

Posteriormente se plantea un análisis crítico de la propuesta de Reglamento de las APP, en relación a los establecido en la ley 19.300, principalmente en lo que respecta a las categorías de protección establecidas y a los incentivos que tendrían los privados para afectar sus predios. Asimismo, se establece el procedimiento que se deben cumplir los privados para afectar sus predios, o partes de sus predios como áreas silvestres de protección privada.

⁴ Sepúlveda, C. Areas privadas protegidas y territorio: la conectividad que falta. En: Revista Ambiente y Desarrollo. Vol XVIII / N° 2-3-4 /2002.

⁵ CODEFF, 1999. Las Areas Silvestres Protegidas Privadas en Chile. Una herramienta para la conservación.

2. La conservación del patrimonio ambiental como función social de la propiedad.

Nuestro ordenamiento jurídico constitucional garantiza el Derecho de Propiedad, estableciendo que la constitución asegura a todas las personas el derecho de propiedad en sus diversas especies sobre toda clase de bienes corporales e incorporales (Art 19 N° 24 CPR, inciso 1°). De acuerdo a la doctrina nacional uno de los caracteres esenciales de este derecho es el de ser Absoluto, lo que implica que su titular puede ejercer sobre su objeto de propiedad las más amplias facultades, de manera soberana e independiente⁶; definiéndose en la doctrina dos alcances para este carácter absoluto del derecho de propiedad, a saber, significa que el dueño puede ejercitar sobre las cosa todas las facultades posibles y, también, que tiene un poder soberano para usar, gozar y disponer de ella a su arbitrio, sin que nadie pueda impedirselo⁷.

En este mismo sentido, nuestro Código Civil consagra el carácter absoluto del derecho de propiedad, pues al definir el Dominio lo faculta expresamente para gozar y disponer arbitrariamente de las cosas; no siendo contra ley o contra derecho ajeno (Art. 582 C.V.). De acuerdo a la doctrina, lo que hace el Código es reconocer el poder soberano del propietario, pero dentro de los límites naturales del dominio: la ley y el derecho ajeno⁸.

Este carácter absoluto del dominio ha sido moderado en nuestro ordenamiento constitucional, al señalar que sólo la ley puede establecer el modo de adquirir la propiedad, de usar, gozar y disponer de ella, y las limitaciones y obligaciones que deriven de su función social. Esta comprende cuánto exijan los intereses generales de la Nación, la seguridad nacional, la utilidad y salubridad públicas y la *conservación del patrimonio ambiental* (la cursiva es nuestra, Art. 19 N° 24 inciso 2° CPR).

De esta manera, la Constitución establece que el ejercicio del derecho de propiedad es susceptible de quedar sujeto a limitaciones y obligaciones, siendo necesario para ello el cumplimiento de dos requisitos:

- Que dichas limitaciones y obligaciones sean establecidas por ley y,
- Que deriven de la Función Social de la Propiedad.

No obstante el precepto constitucional se limita a indicar los componentes de la Función Social de la Propiedad, sin definirla en si misma, la doctrina jurídica ha debatido ampliamente el tema. De este debate se desprende que puede entenderse la Función Social de la Propiedad como conjunto de limitaciones que afectan el ejercicio del derecho de propiedad privada con el propósito de armonizar los intereses de los particulares con los intereses generales de la sociedad⁹. En este mismo orden de ideas, también se señala que la función social es una fórmula de armonía que intenta concordar los intereses del individuo con los de la sociedad toda, impidiendo que el ejercicio del propietario pueda menoscabar o afectar en forma alguna el bien común¹⁰. Desde otra perspectiva, y enfatizando en las limitaciones que impondría al dominio la función social de la propiedad, se ha señalado que ésta

⁶ PEÑAILILLO AREVALO, DANIEL: Los Bienes: La propiedad y otros derechos reales. Editorial Jurídica. 3ª edición. Marzo 1997. Santiago, Chile. p. 75

⁷ ALESSANDRI R., ARTURO, SOMARRIVA U., MANUEL y VODANOVIC H., ANTONIO: Tratado de los Derechos Reales, Bienes. Tomo I. Editorial Jurídica. 6ª edición. Octubre 1997. Santiago, Chile. p.37.

⁸ *Ibidem*

⁹ MOHOR, SALVADOR. Apuntes de la cátedra de Derecho Constitucional. Universidad de Chile. 2000

¹⁰ NOVOA,...: El Derecho de Propiedad Privada (Concepto, evolución, crítica) 2ª edición puesta al día. p.61

constituye una limitación impuesta al ejercicio de este derecho, con el fin de asegurar que la colectividad reporte de ese manejo la satisfacción de determinadas necesidades¹¹.

A ello, se puede agregar que más que una limitación o una carga que se impone desde fuera a la propiedad, la Función Social constituye un elemento esencial de lo que le corresponde al propietario, por lo cual forma parte integrante del contenido de la propiedad en conformidad con el concepto moderno¹².

Todas las definiciones doctrinales anteriores nos permiten concluir que la Función Social de la Propiedad constituye una limitación al ejercicio de este derecho en pro de los intereses de la comunidad toda.

Como se señaló con anterioridad, uno de los aspectos constitutivos de la Función Social de la Propiedad es la **conservación del patrimonio ambiental**, entendiéndose por tal el uso y aprovechamiento racionales o la reparación, en su caso, de los componentes del medio ambiente, especialmente aquellos propios del país, que sean únicos, escasos o representativos, con el objeto de asegurar su permanencia y su capacidad de regeneración. (Art. 2 letra b de la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente). Esta mención está en directa relación con la disposición del artículo 19 N° 8 de la Constitución, en el cual se asegura a todas las personas el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, atribuyendo al Estado el deber de resguardar este derecho y la tutela de la preservación de la naturaleza.

Además, se faculta al legislador para el establecimiento de restricciones específicas al ejercicio de determinados derechos o libertades con el objeto de proteger el medio ambiente, procurando siempre no afectar los derechos en su esencia (Art. 19 N° 26)¹³. Se debe dejar en claro que, en lo que respecta a la conservación del patrimonio ambiental como componente de la Función Social de la Propiedad el legislador está facultado sólo para establecer 'limitaciones y obligaciones', respecto de la protección del medio ambiente, que consiste en el conjunto de políticas planes, programas, normas y acciones destinados a mejorar el medio ambiente y a prevenir y controlar su deterioro (Artículo 2 letra q) de la Ley 19.300). En este sentido, se otorga al legislador una facultad mayor, puesto que puede establecer 'restricciones específicas' al ejercicio de un determinado derecho o libertad, incluso distinto de la propiedad.

Esta distinción es importante, puesto que las restricciones pueden implicar una afectación a determinados atributos esenciales del derecho, por ejemplo, la facultad de disposición del derecho de propiedad; en cambio, el establecimiento de limitaciones y obligaciones que derivan de la función social de la propiedad no implican una afectación a los atributos o facultades esenciales de este derecho.

De esta manera se puede señalar que el reconocimiento expreso relativo a la contribución de los privados en la conservación, establecido en la legislación ambiental específicamente en el artículo 35 de la Ley 19.300, se encuentra en estrecha relación con la facultad que el constituyente otorgó al legislador para el establecimiento de limitaciones y obligaciones derivadas de la Función Social de la Propiedad y en especial de la conservación del patrimonio ambiental.

¹¹ RÍOS ÁLVAREZ, LAUTARO: El principio constitucional de la Función Social de la Propiedad. En: Revista de Derecho y Jurisprudencia. . Tomo LXXXIV, N° 2. 1987. p. 57

¹² *Ibidem*, p. 62

¹³ En este sentido: RÍOS ÁLVAREZ, LAUTARO, Op. Cit. p. 66 y VERDUGO M, MARIO, PFEFFER U, EMILIO y NOGUEIRA A, HUMBERTO: Derecho Constitucional, Tomo I. 2ª edición. Editorial Jurídica de Chile. 1994. Santiago, Chile. p. 311

3. Las Areas de protección Oficial en Chile.

El Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental señala que se entiende por Area protegida cualquier porción de territorio, delimitada geográficamente y establecida mediante acto de autoridad pública, colocada bajo protección oficial con la finalidad de asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza y conservar el patrimonio ambiental (Art. 2 letra a DS 95 de 2001).

En este sentido, se hace mención a que Areas Protegidas y Areas bajo Protección Oficial son homólogas, lo cual resulta de especial importancia al existir una tendencia a incorporar a los privados a la conservación, pues independientemente del dominio de los predios, éstos debieran ser considerados para todos los efectos de la Ley 19.300 y su reglamento Areas de Protección Oficial.

La mayor implicancia en este sentido dice relación con que la ejecución de obras, programas o actividades en parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, reservas de zonas vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas *o en cualesquiera otra área colocada bajo protección oficial*, deberán someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, en los casos en que la legislación respectiva lo permita.

Incluso esta normativa, se extiende a los proyectos localizados en terrenos adyacentes a las áreas protegidas, al señalar que el titular deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental si su proyecto o actividad se localiza próximo a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar, y si la magnitud o duración de la intervención o emplazamiento del proyecto o actividad en o alrededor de áreas protegidas o colocadas bajo protección oficial (Art. 3 letra p y Art. 9 letra c, DS 95 de 2001).

Actualmente, para la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) las áreas bajo protección oficial, susceptibles de aplicar el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental consisten en las siguientes¹⁴:

¹⁴ Oficio Ord. N° 020799, de fecha 13 de febrero de 2002, en el cual da entender “área colocada bajo protección oficial” y “área protegida” son conceptos homólogos.

Tabla 1. Areas de Protección Oficial. Según CONAMA.

Categoría de Área Protegida	Fuente Legal
Reserva Nacional	D.S. N° 531/67 Ministerio de Relaciones Exteriores
Reserva Forestal	D.S. 4363/31 Ministerio de Tierras y Colonización (artículo 10) D.L. N°1.939/77 (artículo 21)
Parque Nacional	D.S. N° 531/67 Ministerio de Relaciones Exteriores D.S. 4363/31 Ministerio de Tierras y Colonización D.L. N° 1939/77 (artículo 21)
Reserva de Regiones Vírgenes	D.S. N° 531/67 Ministerio de Relaciones Exteriores (Conv.)
Monumento Natural	D.S. N° 531/67 Ministerio de Relaciones Exteriores
Santuario de la Naturaleza	Ley N° 17.288/70 de Monumentos Nacionales (artículo 31)
Parques Marinos	D.S. 430/91 Ministerio de Economía y Fomento (artículo 3° letra d)
Reservas Marinas	D.S. 430/91 Ministerio de Economía y Fomento (artículo 2° N° 43)
Monumentos Históricos	Ley N° 17.288/70 de Monumentos Nacionales (artículo 31)
Zonas Típicas o Pintorescas	Ley N° 17.288/70 de Monumentos Nacionales (artículo 31)
Zonas o Centros de Interés Turístico Nacional	Decreto Ley N° 1.224/75
Zonas de Conservación Histórica	D.F.L. N° 458/75 Ministerio de Vivienda y Urbanismo (artículo 60)
Áreas de Preservación Ecológica contenidas en los Instrumentos de Planificación Territorial Según OGUC vigente se denominan Áreas de Protección de Recursos de Valor Natural o Patrimonio Cultural.	D.F.L. 458/75 Ley General de Urbanismo y Construcciones y el D.S. N°47/92 Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones y sus modificaciones.
Zonas Húmedas de Importancia Internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas. (Comúnmente conocidas como sitios Ramsar)	D.S. N° 771/81 Ministerio de Relaciones Exteriores

Fuente: CONAMA. Oficio Ord. N° 020799, de fecha 13 de febrero de 2002. En Internet www.conama.cl

Cabe señalar, que estas áreas de protección son tales en cuanto cumplen determinados requisitos fundamentales:

- a) El área debe haber sido creada mediante un acto formal por parte de una autoridad que posee facultades legales para tal efecto.
- b) El objetivo de la creación del área obedece a razones ambientales.
- c) El área comprende un territorio geográficamente delimitado.

El criterio de que el área protegida haya sido creada mediante un acto formal por parte de una autoridad que posee facultades legales para tal efecto, se desprende de la Ley 19.300 en cuanto, como se ha señalado, considera sinónimos área protegida y área bajo protección oficial, concurriendo en su establecimiento un acto administrativo efectuado por una autoridad que posee atribuciones legales para ello, y que normalmente este acto se expresa en una Resolución o un Decreto Supremo.

El segundo criterio, en cuanto a que el objetivo de la creación del área protegida obedezca a razones ambientales, se refiere a que el área debe contener en sí atributos de carácter ecológico que permitan cumplir los propósitos de asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza y conservar el patrimonio ambiental.

El tercer criterio, de carácter geográfico y administrativo, dice relación que el área constituye un territorio geográficamente delimitado, es decir con una localización, superficie y límites claros y debidamente georeferenciados, sobre lo cual debe haber explícita mención en el acto de creación del área protegida.

Las Areas Silvestres Protegidas Privadas debieran cumplir estos mismos requisitos fundamentales, para ser consideradas como tal. En la propuesta de Reglamento para las Areas Silvestres Protegidas Privadas (Ministerio Secretaría General de la Presidencia) se establece que las propiedades que hayan sido afectadas como Area Silvestre Protegida de Propiedad Privada, tendrán la calidad de área bajo protección oficial para todos los efectos contemplados en la Ley N° 19.300 y demás leyes o tratados de carácter o connotación ambiental. Con este Reglamento se uniforman, las categorías de Areas Silvestres Protegidas por el Estado y Areas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada, por lo cual ambas cumplen idénticos requisitos.

4. Las Areas Silvestres Protegidas Privadas. Elementos conceptuales.

En concordancia con lo señalado en la ley ambiental chilena (Art. 35 Ley 19.300), la propuesta de Reglamento define las Area Silvestre Protegida de Propiedad Privada como porción del territorio de propiedad privada, delimitado geográficamente y destinado por voluntad de su propietario para alcanzar los objetivos contemplados en el Art. 34 de la Ley 19.300, esto es, asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza y conservar el patrimonio ambiental (Art. 3 a) de la propuesta de Reglamento).

Según lo señala el autor Pedro Fernández B., las Áreas Silvestres Protegidas Privadas se caracterizan por¹⁵:

- a) Perseguir los mismos objetivos que las Áreas Silvestres Protegidas del Estado;
- b) Tienen igual tratamiento tributario que aquellas y
- c) Están sujetas a la supervigilancia estatal.

En este sentido, para declarar mediante acto administrativo de autoridad competente un Area silvestre protegida de propiedad privada, deben concurrir en éste, la voluntad del propietario, el cumplimiento de determinados objetivos ambientales y una clara delimitación del área.

Es así como, los requisitos para que un área privada pueda entrar a formar parte de las áreas silvestres protegidas de propiedad privada, y por tanto a ser considerada como área de protección oficial, desprendidos del Art. 3 de la propuesta de Reglamento en comento, son los siguientes:

- a) Ser propietario. En referido artículo señala como primer requisito que la persona natural o jurídica que quiera afectar su propiedad, debe ser Propietario. En este sentido cabe señalar que el art. 582 del Código Civil define el dominio (que se llama también propiedad) señalando que "es el derecho real en una cosa corporal, para gozar y disponer de ella arbitrariamente; no siendo contra la ley o contra derecho ajeno", y define "Cosa corporal (art.565 C.C.) son las que tienen un ser real y pueden ser percibidas por los sentidos"?. y derecho real(art.577 C.C.) "es el que tenemos sobre una cosa sin respecto a determinada persona" En este sentido sólo el propietario de un terreno, puede afectarlo como Area Silvestre Protegida de Propiedad Privada, a lo cual se agrega que debe concurrir por propia voluntad.

¹⁵ FERNÁNDEZ BITTERLICH, PEDRO: Manual de derecho ambiental chileno. Editorial Jurídica de Chile. Junio 2001. Snatiago, Chile. P. 211

- b) Asegurar la diversidad biológica. La Diversidad biológica la define el art. 2 de la ley 19.300 como la variabilidad de los organismos vivos que forman parte de todos los ecosistemas terrestres y acuáticos. Incluye la diversidad dentro de una misma especie, entre especies y entre ecosistemas. Por tanto, el propietario que desee afectar su propiedad debe asegurar la preservación de todos los organismos vivos que existan en su propiedad.
- c) Tutelar la preservación de la naturaleza. Es decir dicho propietario debe cuidar , proteger y resguardar la naturaleza, tomando las medidas necesarias para que esta no se vea alterada o menoscabada, señalando los planes, programas o acciones destinadas a asegurar la mantención de esta a fin de que se haga posible la evolución y el desarrollo de las especies y el ecosistema. (Art. 2 letra p Ley 19.300)
- d) Conservar el patrimonio ambiental. Esto es el uso y aprovechamiento racional o la reparación, en su caso, de los componentes del medio ambiente, especialmente aquellos propios del país que sean únicos, escasos o representativos, con el objeto de asegurar su permanencia y su capacidad de regeneración (art. 2° letra b Ley 19.300). El propietario deberá señalar el uso a que destinará su propiedad y como este uso no alterara los componentes del medio ambiente, como asimismo cuales serán los planes, políticas o programas de recuperación de aquellas especies amenazadas o en vías de extinción. Situación que por lo demás considera la Constitución como una función social de la propiedad

Esta propuesta de Reglamento y la materialización orgánica las áreas silvestres protegidas de propiedad privada, viene a dar cumplimiento a lo establecido en la Constitución Política del Estado, en cuanto asegura a todas las personas el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, y señala deber del Estado velar para que este derecho no sea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza. La Ley podrá establecer restricciones específicas al ejercicio de determinados derechos o libertades para proteger el medio ambiente (art. 19 N° 8 CPR), y también a lo señalado en el art. 35 de la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, en cuanto es deber del Estado fomentar e incentivar la creación de áreas silvestres protegidas de propiedad privada.

Además, forma parte esencial del concepto de Areas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada lo señalado en este mismo artículo en cuanto a que estas áreas:

- a) Estarán afectas a **igual** tratamiento Tributario que las áreas Silvestres Protegidas del Estado.
- b) Tendrán los mismos derechos, las mismas obligaciones y las mismas cargas que las áreas silvestres protegidas por el Estado.
- c) Que la supervisión de estas áreas corresponderá al organismo administrativo del Sistema Nacional de Areas Silvestres Protegidas por el Estado.
- d) La afectación de estas áreas silvestres **será voluntaria**.

Con este concepto es posible inferir que se uniforman las categorías de protección Areas Silvestres Protegidas del Estado con las Areas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada, en cuanto cumplen idénticos requisitos, cargas y objetivos, por lo tanto son consideradas áreas de protección oficial para todos lo efectos de la normativa ambiental, ditinguiéndolas sólo la naturaleza del dominio.

5. Los incentivos legales a la afectación de Áreas Silvestres Protegidas Privadas

5.1. En relación a los predios destinados a la conservación

Como se ha señalado, el legislador estableció claramente, que Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada, estarán afectas a *igual* tratamiento tributario, derechos, obligaciones y cargas que las pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado.

Este tratamiento igualitario u homologación entre ambas, redundará precisamente en el incentivo que puede significar para los propietarios disponer voluntariamente de parte o todo su predio, en el cumplimiento de la función social de preservar el patrimonio ambiental. Relacionando el art. 35 de la Ley 19.300 con la Ley 17.235 sobre Impuesto Territorial, tenemos que las áreas silvestres protegidas privadas gozan de un 100% de exención de Impuesto territorial., ya que los terrenos del Fisco y las áreas silvestres protegidas por el Estado tienen la categoría de fiscales, y como tales se encuentran exentos, asimismo sobre la base de lo establecido en el inciso 2° del Artículo 35 de la Ley 19.300, la doctrina nacional ha entendido que el sentido de la ley es otorgar a aquellos propietarios privados que voluntariamente se incorporen sistema de protección de áreas silvestres los mismos beneficios tributarios de los cuales goza el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, lo cual se traduce en determinadas exenciones tributarias que se encuentran actualmente en vigencia¹⁶:

- a) Exención del 100% del Impuesto Territorial. Según se señala en el estudio elaborado por el Centro de Derecho Ambiental de la Universidad de Chile, la ley de impuesto territorial y sus modificaciones establece una exención de contribuciones para las áreas silvestres protegidas, las cuales producirán efecto desde el 1° de enero siguiente a la fecha en que las propiedades cumplan los requisitos de la franquicia.
- b) Exención del Impuesto de Primera Categoría, puesto que de acuerdo a lo preceptuado por el artículo 40 de la Ley de la Renta el fisco está exento del pago de impuesto de esta categoría.
- c) Exención del Impuesto Global Complementario. Esta exención está referida a la circunstancia de que los predios que sean declarados áreas silvestres protegidas privadas no serán considerados en el cálculo de la base imponible del Impuesto Global Complementario.
- d) Exención del Impuesto a las Herencias, Asignaciones y Donaciones. Sobre la base de lo estipulado en el Artículo 18 números 5 y 6 de la Ley 16.271 de Impuesto a las Herencias, Asignaciones y Donaciones, las áreas silvestres protegidas privadas no será, computadas para el cálculo de este impuesto. El artículo en cuestión establece que en su Art. 18 señala "Estarán exentas del impuesto que establece esta ley las siguientes asignaciones y donaciones: 5° Aquellas cuyo único fin sea la beneficencia, la difusión o el adelanto de la ciencia del país; 6° La destinada exclusivamente a un fin de bien público y cuya exención sea decretada por el Presidente de la República."

Por lo tanto, en conformidad a lo señalado por el citado precepto, corresponderá al Presidente de la República dictar un Decreto Supremo en el cual se declare expresamente exentas del pago de este impuesto a las áreas silvestres protegidas privadas por considerarse destinadas a un fin de bien público.¹⁷

¹⁶ CENTRO DE DERECHO AMBIENTAL: Estudio de instrumentos económicos para incentivar la creación de áreas silvestres protegidas de propiedad privada. Informe final. Universidad de Chile. 30 de Enero de 2003. p. 67.

FERNÁNDEZ BITTERLICH, PEDRO. Op. Cit. p. 211

¹⁷ CENTRO DE DERECHO AMBIENTAL. Op. Cit. p. 68

En el mismo estudio se precisa que estas exenciones hacen referencia solo a los predios y no a las actividades económicas que en ellas se desarrollen, para los efectos del Impuesto de Primera Categoría e Impuesto al Valor Agregado, fundando esta aseveración en un Ordinario del Director del SII dictado como respuesta a una consulta formulada por el Director Ejecutivo de CONAMA, el Ordinario N° 2298 del 25 de junio de 2002 es del tenor siguiente: “Cúmpleme señalar que las actividades económicas que en ella (Área Silvestre Protegida del Estado) se desarrollan, se sujetarán en todo a la tributación normal que establecen las leyes impositivas vigentes”¹⁸

De acuerdo a lo prescrito por el artículo 35 de la Ley 19.300 y con el propósito de asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza y *conservar el patrimonio ambiental* el Estado fomentará e incentivará la creación de áreas silvestres protegidas de propiedad privada, afectas a igual tratamiento tributario, derechos, obligaciones y cargas que las que pertenecen al sistema de áreas protegidas del Estado.

Sobre la base de lo expuesto anteriormente se puede concluir que el legislador ha establecido una obligación que deriva de la conservación del patrimonio ambiental como parte integrante de la Función Social de la Propiedad, por lo cual, todas aquellas áreas que cumplan los requisitos establecidos por el reglamento deben ser incentivadas por el Estado para ser declaradas como áreas protegidas de propiedad privada, con todos los beneficios y obligaciones que ello conlleva, pero sin que signifique una afectación a los atributos esenciales del derecho de propiedad privada.

Se puede agregar, que al fijar determinados incentivos, se realiza un avance importante para incorporar a los privados en los temas de conservación mediante este sistema, especialmente si consideramos que existen áreas de protección oficial, en las cuales no concurre la voluntad del propietario, y según lo plantea Pedro Fernández B, existe un tipo de área protegida establecida por la Ley 17.288 de Monumentos Nacionales: Santuario de la Naturaleza. Según el autor, se trata de un área que si bien pertenece al dominio de los particulares se encuentra bajo la tutela del Estado a través del Ministerio de Educación. Agrega que la creación de estas áreas puede efectuarse con o sin el consentimiento del propietario y carecen de todo tipo de beneficio tributario, por lo que constituye más bien una carga para su propietario.¹⁹

5.2. En relación a las actividades destinadas a la conservación.

La destinación de predios al cumplimiento de la función social de la propiedad, como es la conservación del patrimonio ambiental nacional, implica no sólo mantener en el nivel intrapredial terrenos y recursos intocados, sino más bien desarrollar proactivamente actividades de conservación. Es decir que se toman decisiones económicas de "conservar", que incluyen actividades compatibles con este objetivo general.

En este sentido, las actividades de conservación involucran una valorización de determinados *servicios ambientales* que prestarían los predios destinados a la conservación a la comunidad toda. Estos se pueden definir como bienes y servicios comunes que desbordan los límites prediales y locales²⁰. Entre estos servicios se cuentan la conservación de la biodiversidad, la protección de cuencas hidrográficas, el secuestro de carbono, la belleza escénica, entre otros; de los cuales no existe una valoración en Chile, que permita a los propietarios de predios destinados a su mantenimiento obtener beneficios concretos.

¹⁸ CENTRO DE DERECHO AMBIENTAL. Op. Cit. p. 68

¹⁹ FERNÁNDEZ BITTERLICH, PEDRO: Op. Cit. p. 211

²⁰ GUILLERMO GEISSE G., Director Ejecutivo de CIPMA, publicado en la sección Economía y Negocios de El Mercurio (26 de Septiembre de 2003)

Generalmente, las actividades desarrolladas en áreas destinadas a la conservación se vinculan al desarrollo de programas para visitantes, senderismo, cabalgatas, entre otras; y en este sentido para los efectos tributarios son consideradas una actividad económica vinculada al turismo. En consecuencia, y entendiendo que al afectar sus predios como área de protección privada, los propietarios tributarían en la medida en que se presume actividad turística en las áreas destinadas a la conservación, ya que lo que se grava es el producto no el área en que se produce.

De acuerdo a esto en Chile es necesario y urgente repensar el apoyo a la conservación, integrando fuerte y formalmente el valor de los servicios ambientales que pueden brindar los predios privados afectos a actividades de protección.

De acuerdo a ello, se estima que los incentivos económico que puede realizar el estado a la conservación privada se relacionan con el concepto del "esfuerzo de conservación", que dice relación con las actividades que son fundamentales para el cumplimiento de los objetivos de conservación y que, al mismo tiempo, corresponden a los principales costos de la creación y manejo de las Areas Silvestres Protegidas Privadas²¹. En concreto, actividades específicas tales como: cercado de áreas de interés, habilitación de huellas y senderos, señalética para senderos, servicios de vigilancia, capacitación para la administración, restauración paisajística y vegetacional, entre otras.

En este sentido, incentivos ya existentes debieran ser focalizados en las Areas Silvestres Protegidas Privadas, tales como:

- Subsidios para estudios de preinversión, emanados de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), orientados a la elaboración de los Planes de Manejo, requisito de las APP.
- Subsidios del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) e Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) para la habilitación y limpieza de praderas, que en el caso de los Altos de Cantillana podrían ser fundamentales como alternativa a la presencia ganadera estacional en los sitios prioritarios de protección.
- Subsidios a la forestación establecidos en el D°L 701 de 1974 administrados por la Corporación Nacional Forestal (CONAF), útiles para la restauración paisajística de áreas con bosque y matorral nativo en condiciones degradadas.
- Bonos de diversificación productiva, administrados por el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), susceptibles de ser focalizados hacia programas de turismo rural y turismo ecológico.

6. Categorías de manejo en relación a las propiedades privadas, destinadas a la conservación.

De acuerdo a lo señalado en la propuesta de Reglamento para las Areas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada, se distinguen cuatro categorías de manejo (Art. 4).

- a) Area Privada de Preservación Estricta: que corresponde a las áreas donde existen condiciones primitivas naturales de flora, fauna, vivienda y comunicaciones, con ausencia de caminos para el tráfico de vehículos motorizados y vedada a toda explotación comercial.

²¹ Claudia Sepúlveda, Pablo Villarroel, Eduardo Ietelier, Alberto Tacón, Cristina Seeberg. Proyecto CIPMA-FMAM www.cipma.cl/gef

- b) Parque Natural Privado: que corresponde a las áreas naturales, generalmente extensas, donde existen diversos ambientes únicos o representativos de la diversidad biológica natural del país, no alterados significativamente por la acción humana, o que requieran recuperar el valor ecosistémico que tuvo en el pasado; que sean capaces de autoperpetuarse y en que las especies de flora y fauna o las formaciones geomorfológicas sean de especial interés educativo, científico o recreativo.
- c) Monumento Natural Privado: Area generalmente reducida, caracterizada por la presencia permanente o temporal de especies nativas de flora y fauna o por la existencia de accidentes geomorfológicos o sitios paleo-biológicos relevantes desde el punto de vista ecológico, educativo o científico.
- d) Reserva Natural Privada: Area cuyos recursos naturales es necesario conservar y utilizar con especial cuidado, por la susceptibilidad de éstos a sufrir degradación o por su importancia relevante en el resguardo del bienestar de la comunidad.

Cabe señalar dos alcances al respecto, la primera dice relación con la gradualidad que establece esta propuesta de reglamento, en relación a establecer categorías de manejo que van desde la protección estricta hasta áreas de protección en las que se pueden realizar actividades productivas ambientalmente sustentables, respecto de éstas el propietario debe *elegir* (tal como lo señala explícitamente la propuesta de reglamento) necesariamente en su solicitud de afectación.

No obstante, y como segundo alcance, debe considerarse que no siempre el propietario estará capacitado para efectuar esta elección que le permite el reglamento, y en este sentido, cabe señalar que más bien son los atributos del predio (ecológicos, paisajísticos) los que debieran prevalecer frente a la definición de una u otra categoría de protección. Se estima en consecuencia, esta elección debiera realizarse por autoridad competente, en consenso con el propietario, y no sólo quedar al arbitrio de éste, como aparentemente señala el reglamento.

Además, y no obstante lo señalado en la propuesta de Reglamento para las Areas Silvestres Protegidas Privadas, cabe señalar la existencia de la figura legal orientada a la conservación, que corresponde al **Santuario de la Naturaleza**, y que se incluye dentro de las áreas de protección oficial. Los santuarios de la naturaleza corresponde a una categoría de monumentos nacionales, reguladas por la Ley N° 17.288 que legisla Sobre Monumentos Nacionales y que se encuentran bajo la tuición y protección del Estado, la que se ejerce por medio del Consejo de Monumentos Nacionales dependiente del Ministerio de Educación Pública (Art. 1 y 2). Esta Ley define los Santuarios de la Naturaleza e Investigaciones Científicas, como todos aquellos sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios e investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología o que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado (Art. 31 inciso 1).

El procedimiento establecido para afectar un área como Santuario de la Naturaleza consiste en que la Ley establece que el Consejo de Monumentos Nacionales debe pronunciarse sobre la conveniencia de declarar Monumentos Nacionales y solicitar de la autoridad competente el decreto supremo (número 1, Art. 6). Por otra parte, la misma norma legal establece que cualquier autoridad o persona puede denunciar por escrito ante el Consejo la existencia de un bien mueble o inmueble que pueda ser considerado Monumento (Art. 10). Además, el consejo de monumentos ha establecido la conformación de un expediente que debe contener: Identificación territorial, descripción de la zona que se pretende proteger; sus valores paisajísticos-científicos, situación actual del área, superficie, propietario, fotografías, planos o mapas actualizados, etc. Adjuntar antecedentes legales de protección, tales como disposiciones de Planos Reguladores Comunales, Intercomunales, CONAF, etc.

En este sentido, la administración de los sitios declarados Santuario de la Naturaleza, quedan bajo la custodia del Consejo de Monumentos Nacionales, el cual se hará asesorar para los efectos por especialistas en Ciencias Naturales. **No se podrá, sin la autorización previa del Consejo, iniciar en ellos trabajos de construcción o excavación, ni desarrollar actividades como pesca, caza, explotación rural o cualquiera otra actividad que pudiera alterar su estado natural.** Si estos sitios estuvieren situados en terrenos particulares, sus dueños deberán velar por su debida protección denunciando ante el Consejo los daños que por causas ajenas a su voluntad se hubieren producido en ellos. Se exceptúan de esta disposición aquellas áreas que en virtud de atribución propia, el Ministerio de Agricultura declare Parques Nacionales o tengan tal calidad a la fecha de publicación de esta ley (Art 31 incisos 2 y 3). Cabe agregar que los Gobiernos Regionales, entre sus atribuciones está contemplada el fomento de las expresiones culturales, cautelar el patrimonio histórico, artístico y cultural de la región, incluidos los Monumentos Nacionales (Letra f, Art. 19 Ley 19.175), asunto que potencia las posibilidades de acceder a financiamiento para desarrollar actividades de conservación en estas áreas.

7. Procedimiento para declarar Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada (APP)

Aunque el reglamento no ha sido promulgado, hay un consenso respecto a que los predios, conjunto de predios o parte de predios, debieran cumplir determinados pasos para solicitar su afectación. A continuación se detalla esta situación, mediante el recurso didáctico de pregunta y respuesta, de acuerdo a lo establecido en la propuesta de reglamento para las áreas silvestres protegidas de propiedad privada.

a) ¿Qué bienes podrán constituirse como APP?

Para que un bien pueda constituirse como Área Silvestre Protegida de Propiedad Privada, deberá tratarse de terrenos que reúnan **uno o más** de los requisitos, características o condiciones indicados en el artículo 7 del reglamento, esto es:

- Contener formaciones geomorfológicas o ecosistemas únicos, escasos o representativos del país,
- Cumplir las funciones de corredor biológico o de zona de amortiguación. El reglamento en su artículo 3 se encarga de definir que se entiende por cada uno de estos conceptos, señalando que:
 - Corredor biológico es un espacio geográfico que conecta ecosistemas, facilitando el movimiento y flujo genético entre las poblaciones de flora y fauna silvestre.
 - Zona de amortiguación es el espacio geográfico periférico a un área silvestre bajo protección oficial, que contribuye a la protección o absorción de eventuales efectos negativos resultantes de actividades realizadas en su entorno.
- Que sean relevantes para la conservación de fauna silvestre o de especies migratorias, particularmente aquellas amenazadas, conforme a la clasificación en estados de conservación referida en la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente,
- Que alberguen especies de flora amenazada conforme con la clasificación en estados de conservación a que se refiere la Ley N° 19.300,
- Cumplir con algunos de los criterios para la designación como humedales de importancia internacional, en el marco de la Convención relativa a los Humedales de importancia internacional, en especial como hábitat de aves acuáticas, promulgada por el D.S. N° 771 de 1981 del Ministerio de Relaciones Exteriores.

- Haber sido definidas como prioritarias para efectos de su conservación por estrategias, planes o programas nacionales o regionales para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica,
- Haber sido definidas como Áreas de Conservación de Recursos Naturales en alguno de los instrumentos de planificación territorial señalados en la Ley General de Urbanismo y Construcción, y
- En general, aquellas áreas que en opinión del Organismo Supervisor, contribuyan de manera significativa a la conservación de la diversidad biológica, a tutelar la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental.

b) ¿Quiénes pueden solicitar la afectación de terrenos como Área Protegida Privada?

Según lo dispone el artículo 9 del reglamento, la solicitud de afectación de terrenos como Área Protegida Privada **deberá** realizarla el propietario de los mismos o por su representante debidamente acreditado ante el Organismo Supervisor.

c) ¿Qué requisitos debe cumplir la solicitud?

El mismo artículo 9 del reglamento establece que la solicitud debe ser acompañada por determinados antecedentes, a saber:

- Descripción de las características o condiciones que justifican la afectación del predio, o parte del mismo, como Área Silvestre Protegida de Propiedad Privada, conforme a lo dispuesto en el artículo 7 del mismo reglamento.
- Antecedentes del predio cuya afectación se solicita, los cuales consisten en: la ubicación exacta del área destinada a la protección solicitada, accesos, infraestructura y actividades de desarrollo actual.
- La categoría de manejo a la que postula. De acuerdo a lo establecido en el artículo 4 del reglamento, la solicitud de afectación de terrenos privados como Área protegida Privada, necesariamente debe ir asociada a algunas de las siguientes categorías de manejo:
 - **Área Privada de Preservación Estricta:** Área donde existen condiciones primitivas naturales de flora, fauna, vivienda y comunicaciones, con ausencia de caminos para el tráfico de vehículos motorizados y vedada a toda explotación comercial.
 - **Parque Natural Privado:** Área natural, generalmente extensa, donde existen diversos ambientes únicos o representativos de la diversidad biológica natural del país, no alterados significativamente por la acción humana, o que requieren recuperar el valor ecosistémico que tuvo en el pasado; que sean capaces de autoperpetuarse y en que las especies de flora y fauna o las formaciones geomorfológicas sean de especial interés educativo, científico o recreativo.
 - **Monumento Natural Privado:** Área generalmente reducida, caracterizada por la presencia permanente o temporal de especies nativas de flora y fauna o por la existencia de accidentes geomorfológicos o sitios paleo – biológicos relevantes desde el punto de vista ecológico, educativo o científico.
 - **Reserva Natural Privada:** Área cuyos recursos naturales es necesario conservar y utilizar con especial cuidado, por la susceptibilidad de éstos a sufrir degradación o por su importancia relevante en el resguardo del bienestar de la comunidad.

- Plazo de afectación solicitado. Según lo prescribe el artículo 8 del reglamento el plazo mínimo de afectación es de 25 años, es decir, el plazo de afectación solicitado no podrá ser inferior a 25 años.

El plazo solicitado puede ser prorrogado a voluntad del propietario, por un período sucesivo igual o mayor al plazo original. Para llevar a efecto esta prórroga, seis meses antes del vencimiento del plazo solicitado, el propietario debe enviar al Organismo Supervisor una carta certificada en la cual manifieste su voluntad de prorrogar el plazo de afectación. El mismo procedimiento se aplicará para poner término a la afectación del terreno como Área Protegida Privada, es decir, seis meses antes del vencimiento del plazo, el propietario deberá enviar al Organismo Supervisor una carta certificada en la cual manifieste su voluntad de poner término a la afectación.

El mismo artículo establece que la resolución que acoja la prórroga o modificación del plazo debe ser reducida a escritura pública e inscribirse en el Registro de Hipotecas y Gravámenes respectivo, para efectos de publicidad.

- Descripción pormenorizada de las actividades que se propone realizar en el Área Silvestre Protegida Privada, las que deberán ser compatibles con las finalidades de preservación o conservación correspondiente a la categoría de manejo a la cual adscribe su solicitud.
- Antecedentes legales del predio, esto es:
 - Certificado de Dominio Vigente
 - Certificado de Hipotecas y Gravámenes
 - Certificado de Prohibiciones e Interdicciones
 - Certificado de Litigios Pendientes
 - Tratándose de personas jurídicas, se debe acompañar la escritura social constitutiva, sus modificaciones, la personería de quien la represente, lo anterior con el certificado de vigencia correspondiente
- Plano del predio en el cual se especifique la superficie a proteger y la localización gruesa de la intervenciones, si las hubiere.

d) ¿Es posible solicitar la afectación respecto de un área conformada por más de un predio o partes de éstos?

El artículo 10 del reglamento autoriza la solicitud de afectación como Área Protegida Privada de un área conformada por más de un predio, o partes de ellos, **siempre que concurren las voluntades de todos sus propietarios** con relación a proteger un territorio que cumpla con los requisitos, características o condiciones establecidos en el artículo 7 del reglamento. En este caso, se debe agregar a los antecedentes señalados en el artículo 9, copia de los documentos o contratos en los cuales conste la voluntad de los propietarios de aportar todo o parte de los predios al Área Protegida Privada y los tendientes a la administración de la misma.

e) ¿Qué obligación conlleva para los propietarios la sola postulación a la afectación como Área Protegida Privada?

Según lo prescribe el artículo 11 del reglamento, desde que se postula a la afectación como Área Protegida Privada, los propietarios de dichas áreas se comprometen de manera voluntaria y automática a autorizar visitas de inspección del Organismo Supervisor

f) ¿Ante quién se debe presentar la solicitud de afectación?

La solicitud debe ser presentada ante el Organismo Supervisor. De acuerdo al artículo 35 incisos segundo y tercero de la Ley N° 19.300, el organismo supervisor corresponde al organismo administrador del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, esto es, la Corporación Nacional Forestal, en adelante CONAF.

g) ¿Cuál es el plazo que tiene la CONAF para pronunciarse respecto de la solicitud de afectación?

El artículo 12 del reglamento señala que el organismo Supervisor, en este caso CONAF, tendrá un plazo de 90 días para pronunciarse respecto de la solicitud de afectación, que se cuentan desde la presentación de la misma. Dicho pronunciamiento se realizará vía carta certificada. En el evento que CONAF no emita su pronunciamiento dentro del plazo establecido, la solicitud se entenderá aprobada, salvo que el Organismo supervisor amplíe fundadamente dicho plazo hasta por 30 días adicionales.

h) ¿Qué debe contener la resolución que aprueba la afectación de un terreno como Área Protegida Privada?

Según lo establece el artículo 13 del reglamento, la resolución de CONAF que apruebe la solicitud de afectación debe contener:

- La Individualización del o los propietarios del área destinada a la protección
- La individualización del o los predios, incluyendo un plano del área protegida, el cual se entenderá parte integrante de la resolución aprobatoria.
- La indicación de las características que justifican su afectación como Área Silvestre Protegida de Propiedad Privada.
- La categoría de manejo a la cual se adscribirá el área.
- El plazo de afectación
- La obligación del o los propietarios de presentar un Plan de Manejo de Conservación del Área Silvestre Protegida de Propiedad Privada al sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, antes de realizar cualquier obra, actividad o programa en el área.

i) ¿Desde cuándo se comienza a gozar de los beneficios derivados de esta resolución aprobatoria?

Los beneficios derivados de la resolución aprobatoria se comienzan a gozar una vez que el propietario reduzca dicha resolución a escritura pública y la inscriba en el Registro de Hipotecas y Gravámenes del Conservador de Bienes Raíces competente, para efectos de publicidad. (Artículo 14 del reglamento)

j) ¿Cuáles son los requisitos de desafectación del área?

La desafectación es el procedimiento mediante el cual los terrenos declarados como Áreas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada dejan de gozar de tal calidad. De acuerdo a lo establecido en el artículo 16 del reglamento son causales de desafectación del Área Protegida Privada:

- El incumplimiento de las obligaciones establecidas en el reglamento; en el Plan de Manejo de Conservación respectivo; o en las Normas de Uso Generales a cuyo cumplimiento se encuentre sujeto el propietario del área.
- El cumplimiento del plazo de la afectación otorgada.
- El requerimiento escrito del o los propietarios en tal sentido.

En caso que el incumplimiento del Plan de Manejo de Conservación se deba a acciones voluntarias del propietario, el artículo 17 del reglamento autoriza al Organismo Supervisor a imponer una multa, por una cantidad que no puede exceder del equivalente al monto acumulado y actualizado de los impuestos y contribuciones de los que el o los predios estuvieron exentos por su condición de Área Protegida Privada, previo informe del Servicio de Impuestos Internos. Una vez acreditado el pago, el Organismo Supervisor (CONAF) procede a dictar la resolución de desafectación, la que permitirá el alzamiento de los gravámenes impuestos sobre el predio.

8. Administración de las áreas silvestres protegidas privadas

Respecto de este punto cabe señalar que de acuerdo a la propuesta de reglamento para las Areas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada, en relación con el artículo 35 incisos segundo y tercero de la Ley N° 19.300, se menciona existirá un "Organismo Supervisor" de las áreas que entren en el proceso de afectación. Este Organismo supervisor debe cumplir las funciones que le señala el reglamento (Art. 6) en relación con:

- a) Elaborar las pautas técnicas con los criterios para evaluar los requisitos, características o condiciones que se presenten como fundamento a la solicitud de afectación de uno o más predios en alguna de las categorías de manejo establecidas.
- b) Elaborar las normas generales de manejo y las pautas y procedimientos para la generación de o los planes de manejo de conservación y sus actualizaciones.
- c) Solicitar opinión respecto de la evaluación de cada solicitud de afectación a los Ministerios de Vivienda y Urbanismo, Bienes Nacionales, Economía y Energía, Minería y Obras Públicas y relaciones Exteriores.
- d) Dictar la resolución de afectación para las Areas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada que cumplan con las exigencias legales y reglamentarias.
- e) Fiscalizar regularmente, en conjunto con otros organismos competentes el cumplimiento de los objetivos, normas generales de manejo y planes de manejo de conservación de las Areas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada.
- f) Aprobar, a solicitud de propietario, el cambio de categoría de manejo.

- g) Dejar sin efecto las resoluciones de afectación de las Areas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada, cuando éstas incurran en causales de desafectación.
- h) Solicitar el cobro de la multa correspondiente, de considerarlo necesario, en el caso de que él o los propietarios caigan en incumplimiento de las obligaciones fijadas al solicitar la afectación y del plazo de la afectación.
- i) Revisar y aprobar los informes sobre el grado de cumplimiento del plan de manejo que cada 5 años deben presentar los propietarios de Areas Silvestres Protegidas de Propiedad Privada.

De acuerdo al artículo 35 incisos segundo y tercero de la Ley N° 19.300, y del artículo transitorio de la propuesta de reglamento, el organismo supervisor corresponde al organismo administrador del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, esto es, la Corporación Nacional Forestal (CONAF), es decir la institución encargada de administrar los Parques Nacionales y Reservas Forestales de acuerdo a la Ley de Bosques (D° 4363 de 1931 y sus modificaciones posteriores). Esto, dado que aún no entra en plena vigencia la Ley 18.362 que crea el Sistema Nacional de Areas Silvestres Protegidas del Estado, y la ley 18.348 que debiera formalizar la existencia de este organismo como corporación de derecho público.

No obstante, dada la naturaleza privada del dominio, en último término las decisiones respecto de las áreas y actividades de conservación a desarrollar en los predios corresponde a sus propietarios, que auto-limitan el uso y goce de sus predios mediante el Plan de Manejo. Para estos efectos, los privados, junto a la supervisión que realice la Corporación Nacional Forestal, pueden emplear diversas herramientas que les habilita la ley para administrar individualmente, en conjunto, por mano propia o ajena, las Areas Silvestres Protegidas Privadas. Entre éstas herramientas se cuentan:

- a) Servidumbres de carácter ambiental
- b) Usufructo
- c) Comodato
- d) Copropiedad o condominio
- e) Corporaciones y Fundaciones
- f) Donación
- g) Arriendo
- h) Contratos innominados

La posibilidad de utilizar estos instrumentos para fines ambientales no está dada por la naturaleza de los mismos, sino por la posibilidad de introducir cláusulas que obliguen a la conservación y protección del medio ambiente en los contratos que solemnizan la voluntad o compromiso de conservación que manifiesten los privados²²

²² CODEFF,1999. Las Areas Silvestres Protegidas Privadas en Chile. Una herramienta para la Conservación.

9. Conclusiones

De acuerdo a lo analizado, se puede concluir preliminarmente, que la incorporación de los privados en los temas de la conservación ambiental y preservación de la naturaleza, da cumplimiento tanto a prescripciones constitucionales y de la Ley de Bases del Medio Ambiente, en cuanto permite aumentar y complementar el actual Sistema de Areas Silvestres Protegidas del Estado y lograr mejores indicadores de preservación y conservación de la naturaleza en Chile

Por otra parte permitiría materializar en Chile aspectos novedosos respecto de las funciones sociales de la propiedad, establecidas en la Carta Fundamental, y que dicen relación con que una de las funciones sociales de la propiedad es la conservación del patrimonio ambiental, para lo cual la misión del Estado es incentivar a los privados a hacer formal y efectiva esta función social de la propiedad en beneficio de la comunidad toda.

No obstante, las áreas de protección privada sólo pueden ser tales, en cuanto cumplen determinados requisitos fundamentales establecidos en el ordenamiento jurídico, con el fin de ser consideradas también áreas de protección oficial; estos requisitos consisten en la creación del área de protección privada mediante un acto formal por parte de una autoridad que posee facultades legales para tal efecto, que el objetivo de la creación del área obedece a razones ambientales y que el área comprende un territorio geográficamente delimitado.

A estos requisitos se agrega la voluntad del privado para poner su predio a disposición de la conservación.

En este sentido, la propuesta de Reglamento para las Areas Silvestres Protegidas Privadas, establece estos requisitos como parte integrante de los documentos para solicitar la afectación, señalando explícitamente que serán consideradas áreas de protección oficial para todos los efectos contemplados en las normativas ambientales, homologando éstas áreas privadas a las áreas fiscales que actualmente conforman el Sistema Nacional de Areas Silvestres Protegidas del Estado.

Es por ello, que el legislador estableció incluso igual tratamiento tributario, derechos, obligaciones y cargas para ambos tipos de áreas de protección, y que es esta igualdad de derechos y obligaciones el incentivo que puede significar para los propietarios disponer voluntariamente de parte o todo su predio, en el cumplimiento de la función social de preservar el patrimonio ambiental.

A los incentivos económicos derivados de los objetivos de protección de la naturaleza que adquirirían los predios declarados como APP, cabe agregar incentivos económicos a las actividades de conservación que pudieran ser desarrolladas. Es así como, debiera entenderse que organismos del Estado podrían potenciar estas áreas mediante la focalización de sus herramientas propias, como son los subsidios a los estudios de preinversión de CORFO orientados al establecimiento de planes de manejo, los subsidios a las actividades de reforestación con especies nativas establecidos en el DL 701 de 1974, los bonos de diversificación productiva de INDAP orientados a las actividades vinculadas con el turismo ecológico, entre otras.

Por otra parte, la propuesta de reglamento establece un procedimiento claro para lograr la afectación de predios, conjunto de predios o parte de un predio, como áreas de protección privada, respecto del cual cabe la duda en torno a si la categoría de protección a la cual acogerse es prerrogativa discrecional del propietario o emana directamente de los atributos y características ambientales del predio, establecidos por autoridad competente.

Finalmente, cabe agregar, debe entenderse que, los fines de conservación ambiental en áreas silvestres privadas no significa necesariamente sustraer dichas áreas de la actividad económica, sino por el contrario pueden constituir una "actividad económica competitiva" en sí, en cuanto sus objetivos constituyen una imagen de sustentabilidad ambiental tanto para el predio o predios comprometidos en la conservación, como también para las áreas adyacentes.

En este sentido, debe entenderse las áreas adyacentes a las zonas de conservación, se verán beneficiados de las ventajas competitivas derivadas de los ecosistemas protegidos, tanto en servicios ambientales como en beneficios económicos, que se relacionan con la imagen y calidad de los productos obtenidos en un área regulada que propende a la sustentabilidad.



**CENTRO DE CIENCIAS AMBIENTALES EULA-CHILE
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION**

BARRIO UNIVERSITARIO – CASILLA 160-C – FONO: 041-204002

FAX: 041-207076 E-mail: eula@udec.cl

CONCEPCION