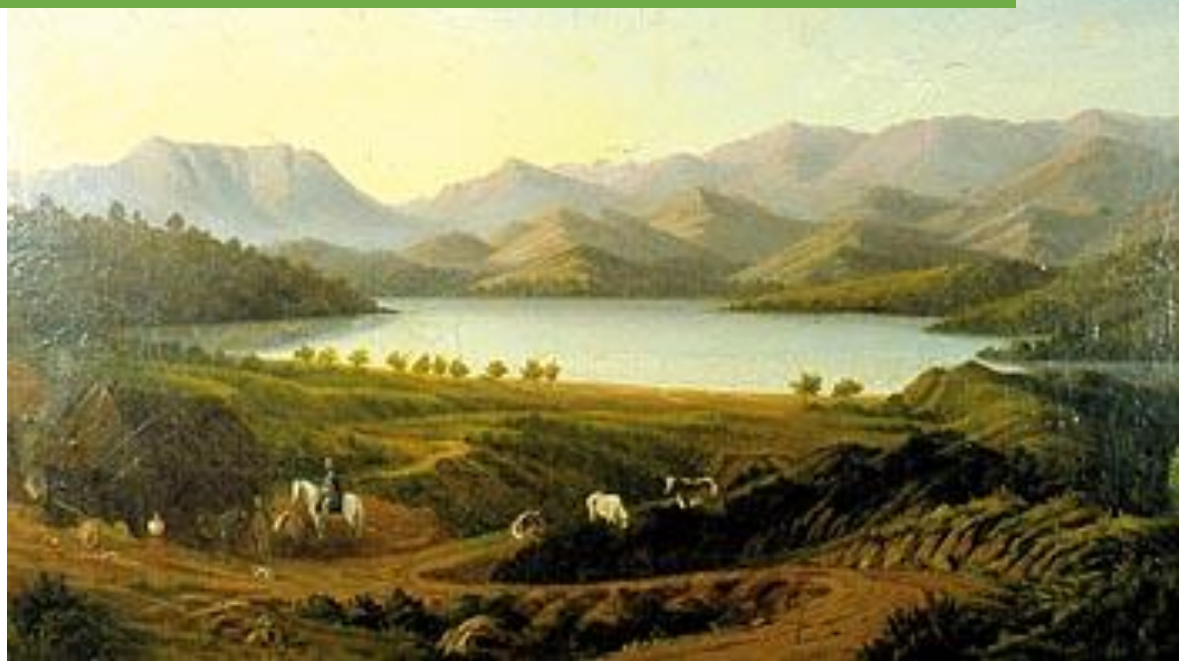


2022

Propuesta de Declaratoria de Humedal Urbano Estero Pintué - Estero Santa Marta Aculeo - Laguna de Aculeo



Pintura Vista General de la Laguna de Aculeo, rodeada de cerros

Rugendas, Johann Moritz, 1802-1858
Colección Universidad de Chile

Ilustre Municipalidad de Paine

11-11-2022

PROPUESTA DE DECLARATORIA DE HUMEDAL URBANO

**ESTERO PINTUÉ – ESTERO SANTA MARTA ACULEO – LAGUNA
DE ACULEO**

COMUNA DE PAINE

1

Documento preparado por la Ilustre Municipalidad de Paine en el marco de la Ley N° 21.202.-
Noviembre, 2022.-

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

CONTENIDO

I. IDENTIFICACIÓN Y CONTACTO DEL O LOS MUNICIPIOS SOLICITANTES, E INFORMACIÓN DE CONTACTO DEL FUNCIONARIO ENCARGADO DEL PROCESO Y SU SUBROGANTE.	4
Nombre del o los municipios que presentan la solicitud	4
Contacto del o los municipios que presentan la solicitud (correo electrónico).	4
Nombre y correo electrónico de los encargados del proceso de solicitud.	4
Nombre y correo electrónico él/la subrogante encargado/a del proceso.	4
II. ANTECEDENTES GENERALES DEL HUMEDAL Y SU LOCALIZACIÓN	5
Nombre o denominación del humedal.	5
División político-administrativa a nivel regional, provincial y comunal del humedal	5
Superficie total en hectáreas que comprende el área que se solicita sea reconocida como humedal urbano.	5
Representación cartográfica en versión digital de la zona propuesta	6
III. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA DEL ÁREA PROPUESTA	8
Descripción de las características del Humedal Urbano Estero Pintué-Laguna de Aculeo	8
Localización	8
Características Generales de la Laguna de Aculeo	11
Parámetros Geométricos de la laguna	14
Clima.	14
Precipitaciones en la laguna.	15
Temperatura	16
Evaporación	16
Geología.	17
Geomorfología	20
Usos de Suelo	21
Unidades Geoambientales del Relleno Sedimentario	21
Suelos.	23
Hidrología e Hidrogeología.	24
Vegetación y Fauna	26
Caracterización Social de la cuenca de Aculeo	32

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

Instrumentos de Planificación Territorial asociados a la presente propuesta de Humedal Urbano.....	34
IV. FUNDAMENTO DEL HUMEDAL URBANO ESTERO PINTUÉ Y LAGUNA ACULEO.....	40
Presentación	40
Introducción	41
Definición de Humedales	43
Humedales Urbanos según ley 21.202	44
Metodología	45
Calicatas y trabajo en terreno	50
Justificación a la propuesta de Declaratoria de Humedal Urbano, Ley 21.202 (2020)	56
Consideraciones Finales	59
V. IDENTIFICACIÓN DEL RÉGIMEN DE PROPIEDAD Y DE LA EXISTENCIA DE ÁREAS AFECTADAS A UN FIN ESPECÍFICO POR LEY EN EL O LOS PREDIOS EN LOS QUE SE EMPLAZA EL HUMEDAL RESPECTO DEL CUAL SE SOLICITA EL RECONOCIMIENTO.....	60
BIBLIOGRAFÍA.....	61
ANEXOS.....	64
Registro de Temperaturas Medias Mensuales Estación Aculeo, período 1989-2020.-.....	64
Expediente Causa Rol. V13-06 del 2° Juzgado de Letras de Buin.....	66

I. IDENTIFICACIÓN Y CONTACTO DEL O LOS MUNICIPIOS SOLICITANTES, E INFORMACIÓN DE CONTACTO DEL FUNCIONARIO ENCARGADO DEL PROCESO Y SU SUBROGANTE.

Nombre del o los municipios que presentan la solicitud

Municipalidad de Paine.

Contacto del o los municipios que presentan la solicitud (correo electrónico).

Contacto 1: Rodrigo Contreras Gutiérrez, Alcalde Municipalidad de Paine.

Correo Electrónico: rodrigocontreras@paine.cl

Contacto 2: Griselda Guzmán Zárate, Encargada de Oficina de Gestión Ambiental Municipalidad de Paine.

Correo Electrónico: gguzman@paine.cl

Contacto 3: Pedro Sepúlveda Pavéz, Director SECPLA.

Correo Electrónico: psepulveda@paine.cl

Nombre y correo electrónico de los encargados del proceso de solicitud.

Valentina Olivares De la Fuente, Profesional Geógrafa de la Oficina de Gestión Ambiental

Correo Electrónico: volivares@paine.cl

Paulina Valdivia Beltrán, Profesional Asesora Urbana

Correo Electrónico: asesorurbano@paine.cl

Nombre y correo electrónico él/la subrogante encargado/a del proceso

Griselda Guzmán Zárate, Encargada de Oficina de Gestión Ambiental Municipalidad de Paine.

Correo Electrónico: gguzman@paine.cl

Rosa Farfán Pávez, Profesional Ingeniera en Recursos Naturales Oficina de Gestión Ambiental Municipalidad de Paine.

Correo Electrónico: rfarfan@paine.cl

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

II. ANTECEDENTES GENERALES DEL HUMEDAL Y SU LOCALIZACIÓN

Nombre o denominación del humedal

Humedal Estero Pintué-Laguna de Aculeo

División político-administrativa a nivel regional, provincial y comunal del humedal

Región	Metropolitana
Provincia	Maipo
Comuna	Paine

Superficie total en hectáreas que comprende el área que se solicita sea reconocida como humedal urbano

Superficie humedal urbano 1.301,54 ha.

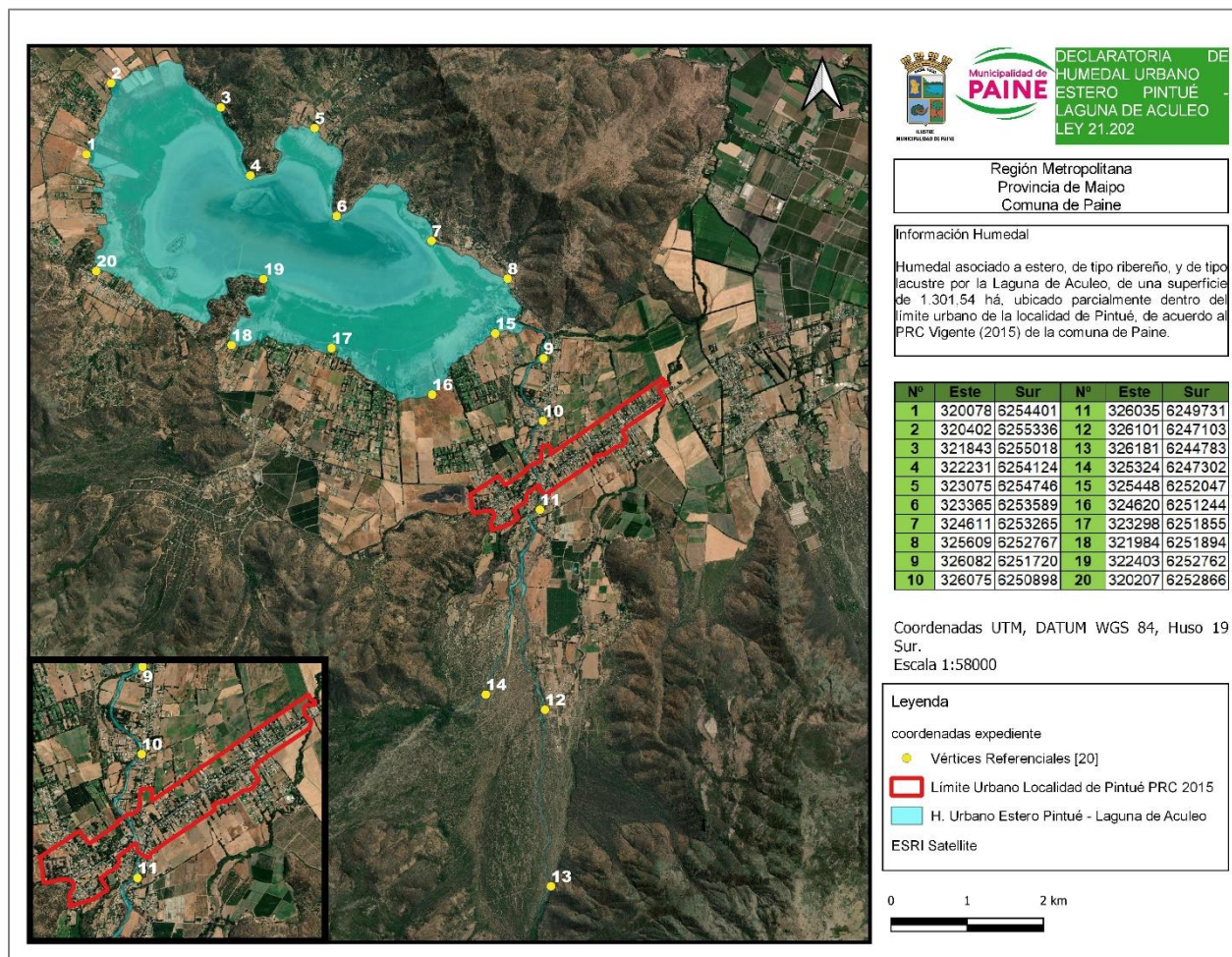
“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

Representación cartográfica en versión digital de la zona propuesta

Se presenta a continuación la cartografía¹ del Humedal Urbano propuesto para el sistema Estero Pintué – Laguna de Aculeo.

Para la delimitación del humedal propuesto se consideró el criterio de suelos hídricos con mal drenaje o sin drenaje.

Representación cartográfica Humedal Urbano-Estero Pintué



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Se precisan a continuación, para su mayor detalle, los vértices que constituyen la delimitación del humedal propuesto.

¹ Cabe señalar que se adjunta la cartografía digital en formato shape.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

Vértices que constituyen la Delimitación Humedal Urbano Estero Pintué – Laguna de Aculeo

Vértice	Este	Sur	Vértice	Este	Sur
1	320077	6254400	11	326034	6249731
2	320402	6255335	12	326101	6247102
3	321843	6255017	13	326180	6244782
4	322231	6254143	14	325323	6247301
5	323075	6254745	15	325447	6252047
6	323365	6253589	16	324619	6251243
7	324611	6253264	17	323297	6251854
8	325609	6252767	18	321983	6251893
9	326082	6251720	19	322402	6252762
10	326074	6250898	20	320206	6252866

Fuente: Elaboración propia, 2022.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

III. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA DEL ÁREA PROPUESTA

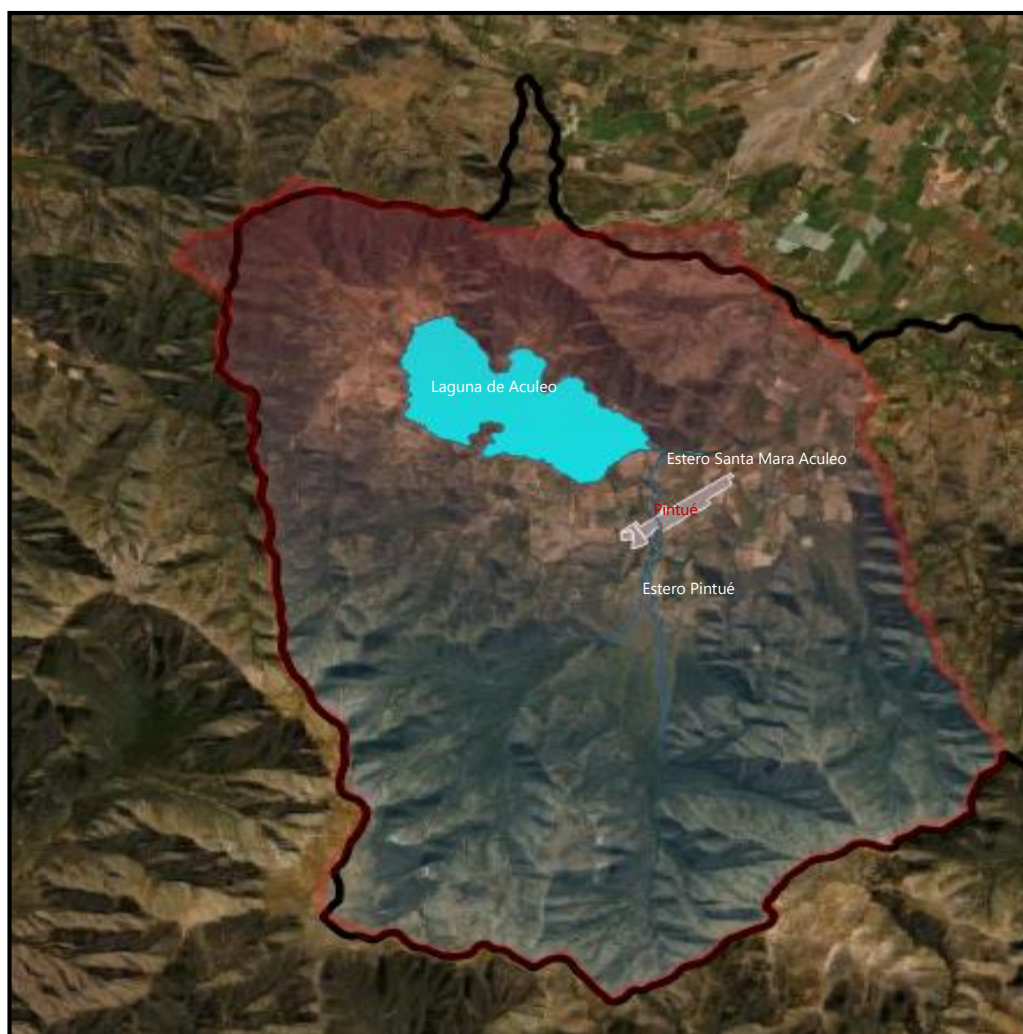
Descripción de las características del Humedal Urbano Estero Pintué-Laguna de Aculeo

Localización

Tal como lo dice su nombre, este ecosistema está conformado por el Estero Pintué, el Estero Santa Marta y la Laguna de Aculeo. Se localiza en la cuenca de Angostura, tercer tramo del río homónimo, llamado río Angostura Entre Estero Paine (II) y Río Maipo.

El límite urbano queda definido por la localidad urbana de Pintué, que es cruzada por el estero Pintué, el que luego da paso al estero Santa Marta Aculeo que aporta aguas a la laguna de Aculeo, así como ésta última, en épocas de exceso, evacúa sus aguas por el mismo estero.

Figura N° 1: Ecosistema de Humedal estero Pintué – estero Santa Marta Aculeo – laguna de Aculeo

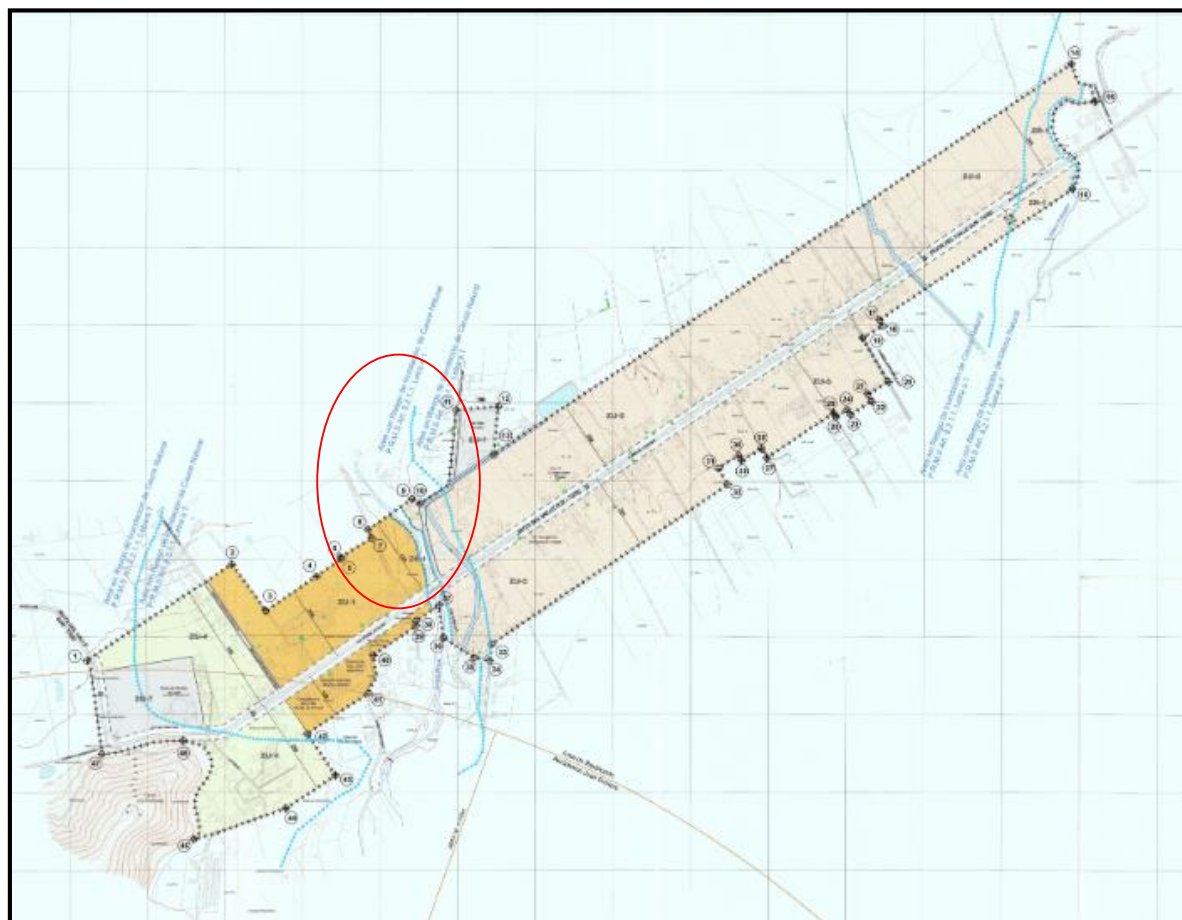


“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

Sobre la subcuenca del río Angostura, cabe señalar que posee una superficie de aproximadamente 1.130 km², de los cuales solo un 34%, es decir 376 km², se desarrollan en la comuna de Paine (la mayor parte está en la comuna de Mostazal y una pequeña porción en la comuna de Buin). El principal curso de agua de esta subcuenca es el río Angostura, el que se origina en la confluencia del río Peuco y el estero Codegua, al norte de San Francisco de Mostazal en la Región de O'Higgins. Este río se caracteriza por tener un régimen preferentemente pluvial, sin embargo, recibe gran parte de su caudal de las aguas subterráneas y derrames en períodos de riego, por estar ubicado en un sector muy deprimido, con niveles freáticos altos, del llano central.

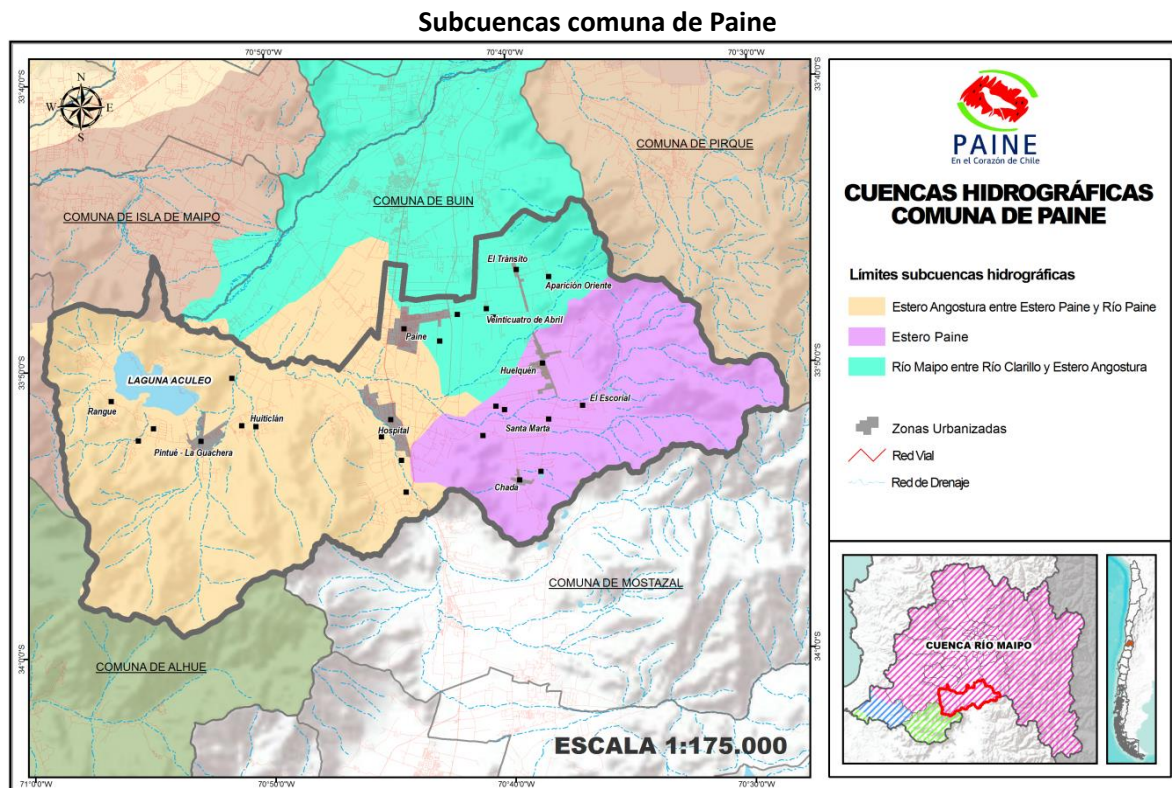
Desde el ámbito de la planificación territorial, el Humedal Urbano propuesto, específicamente en lo que respecta a un tramo del estero Pintué, está contenido en parte, dentro del límite urbano correspondiente a la localidad de Pintué (Figura N° 2). El tramo que continúa del estero hacia la Laguna de Aculeo, corresponde a un área rural normada por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS). El estero Pintué es el principal afluente de la Laguna de Aculeo, por lo tanto, la consideración de Humedal Urbano, se atribuye a la condición de ecosistema con diversos servicios ecosistémicos dentro la Cuenca de Aculeo, inserta ésta, es la subcuenca del río Angostura.

Figura N° 36: Plano PRC Localidad de Pintué



“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

Por otra parte, dada la ubicación geográfica de la comuna de Paine en el extremo sur de la Región Metropolitana, el recurso hídrico de la comuna, al que se relaciona el Humedal Urbano estero Pintué – estero Santa Marta Aculeo - Laguna de Aculeo, se encuentra asociado también a la gran cuenca del río Maipo, cuya hoya compromete una superficie de 15.304 km², cubriendo prácticamente el 100% de la Región Metropolitana. En particular en la comuna, la estructura hídrica se organiza en tres cuencas menores; la subcuenca Estero Angostura, que drena toda la parte centro-poniente del territorio comunal, la subcuenca del Estero Paine, que drena la porción suroriente, y la subcuenca del río Maipo, entre río Clarillo y Angostura, que ocupa una superficie menor en el sector nororiente del territorio comunal.



Fuente: Pladeco de Paine, período 2020-2025.

Entre los principales cursos de agua que drenan esta subcuenca en la comuna, y que son afluentes del río Angostura, se encuentran una serie de esteros menores y quebradas que nacen del relieve de la cordillera de la Costa, como es el caso de los esteros Peralillo, Abrantes, Huicilán, Santa Marta o Aculeo (que alimenta la laguna del mismo nombre), Pintué y Las Cabras.

La Laguna de Aculeo es, sin duda, uno de los elementos hídricos más notables de esta subcuenca y de la comuna de Paine, cuyo espejo de agua se sitúa a unos 360 msnm. Esta laguna capta aguas que bajan a través de numerosas quebradas que drenan los cordones montañosos que la rodean casi en un 90%. El estero Santa Marta o Aculeo actúa en algunas épocas del año como afluente al aportar aguas desde el estero Pintué, especialmente en épocas de crecida por precipitación y/o deshielo, y en otras épocas del año y cuando el llenado de la laguna supera el desnivel de cota, actúa como efluente (MOP, 1987).

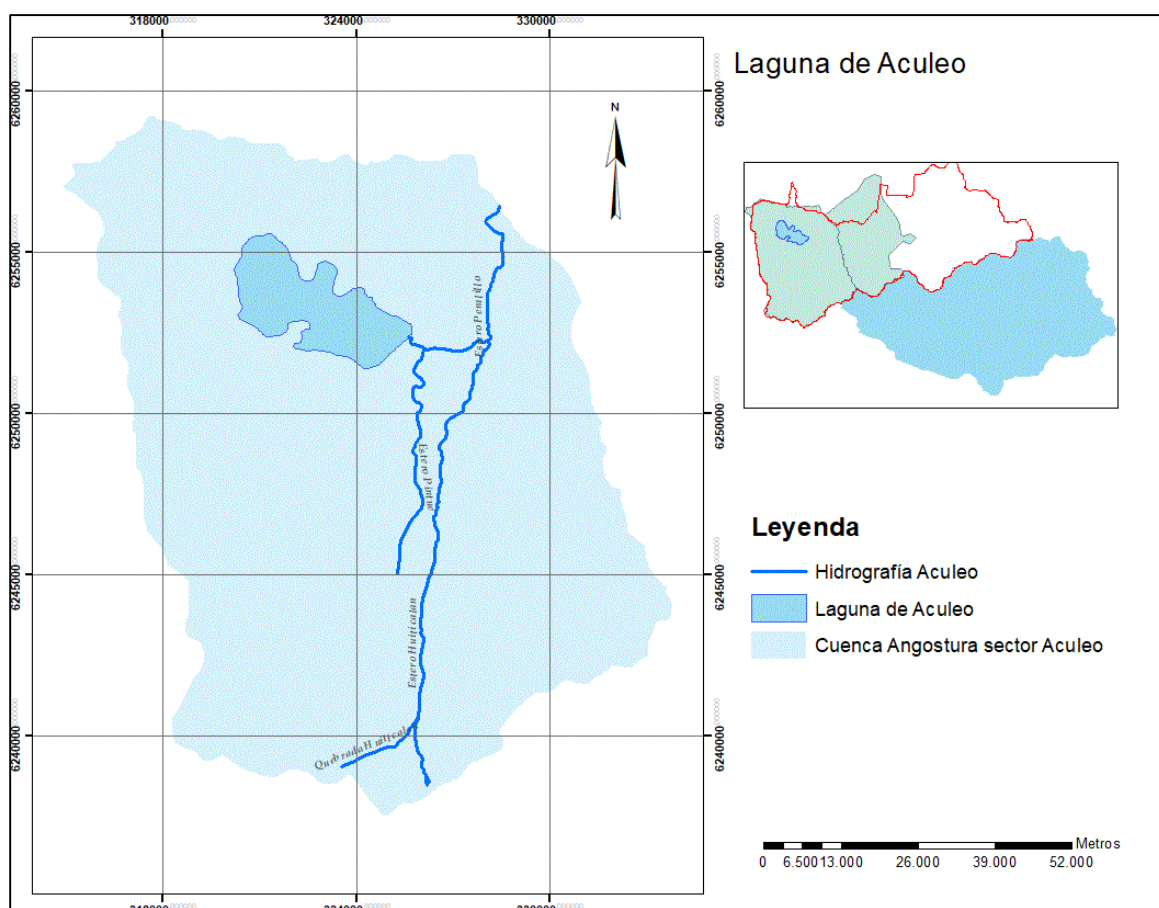
“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

El estero Pintué, como se mencionó, es el principal afluente de la laguna. Dado lo anterior, para esta propuesta, y considerando que de acuerdo a lo establecido por la Ley 21.202, el humedal debe estar completamente dentro del límite urbano o en parte de este, la presentación considera el tramo del estero dentro del área urbana de la localidad de Pintué, el cual actúa como afluente de primer orden de la Laguna de Aculeo.

Cabe señalar que, dentro de la cuenca de Aculeo se registran también otros esteros, como Las Cabras, Santa Aculeo o Santa Marta, Abrantes, Huiticalán y Peralillo.

La siguiente imagen identifica la cuenca con la Laguna de Aculeo y estero Pintué, principalmente.

Cuenca de Aculeo



Fuente: Elaboración propia.

Características Generales de la Laguna de Aculeo

Un estudio llevado a cabo por la Dirección General de Aguas (DGA) del Ministerio de Obras Públicas,

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

indicaba que el espejo de agua de la laguna se situaba a 360 m sobre el nivel del mar, tratándose de una cuenca hidrográfica pequeña y uniforme, la cual era receptora del escurrimiento de cordones montañosos que la rodeaban casi en un 90%, sobresaliendo entre las mayores cumbres los cerros Infiernillo (867 m), Las Caletas (917 m), Alto Los Quillalles (938 m), Alto Los Pescadores (888 m), Las Cabras (1138 m), El Durazno (987 m), El Maitén (1320 m), Alto de Pangue (1185 m), Las Pelucas (932 m), El Cepillo (908 m) (MOP, 1987).

El estudio indicaba que la Laguna captaba aguas que bajaban a través de numerosas quebradas que drenaban los cordones montañosos a su alrededor. Al respecto, el estero Santa Marta o Aculeo, actuaba en algunas épocas del año como afluente al aportar aguas desde el estero Pintué, especialmente en épocas de crecida por precipitación y/o deshielo; mientras que en otras épocas del año, y cuando el llenado de la laguna superaba el desnivel de cota, el estero actuaba como efluente (MOP, 1987).

- Cuerpo de agua endorreico, sin un desagüe natural superficial o subterráneo, por lo que toda el agua recibida de sus afluentes, es **evaporada**.
- Su **origen** se debe al **afloramiento de aguas subterráneas someras** que se encuentran en el **sistema acuífero que se conecta con la laguna**.
- **Su drenaje natural lo constituye el estero Aculeo, el cual a su vez recibe aportes desde el estero Pintué, para luego contribuir con aportes al río Angostura** el cual a su vez desemboca en el río Maipo a unos 3 kilómetros 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.

12

- La Laguna de Aculeo está ubicada a 50 kilómetros al suroeste de Santiago en la Cordillera de la Costa, comuna de Paine en la región Metropolitana.
- Sus coordenadas geográficas son: 33°50' Latitud Sur y 70°54' longitud Oeste a 360 msnm.
- Posee una superficie de 11,5 (Km²), Profundidad media 3,4 (m), Profundidad máxima 7 (m), y el volumen de agua 53,6*10⁶ (m³).
- Fuente: DGA-MOP, 2010.

- La Laguna, de características hipertróficas² presenta grandes cantidades de microorganismos, en particular clorofila A.
- Sitio que alberga distintas especies de fauna terrestre y acuática, flora y vegetación arbustiva³.

² La trofia de un lago depende principalmente del ingreso de nutrientes desde su cuenca hidrográfica. Se debe conocer esta carga y compararla respecto a la carga crítica o máxima que define la condición de trofia deseada. Según DGA-POCH (2009) la laguna de Aculeo estaba en un estado hipereutrófica, con un grado de intervención antrópica alto. Paredes, en una investigación el año 2009 determinó que la calidad del agua de la Laguna de Aculeo en general cumplía con los usos del agua entregados en la Norma Chilena 1333, esto quiere decir que las aguas eran aptas para riego y vida acuática, aún siendo un cuerpo de agua eutrofizado, que contiene altas cantidades de nutrientes como nitratos y fosfatos. Por otra parte, los resultados también determinaron que las aguas de la laguna no eran aptas para recreación con contacto directo (MOP, 2010).

³ MOP, 2010.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

Parámetros Geométricos de la laguna

En función de área, volumen de agua y profundidad media, el estudio del MOP, determinó los siguientes parámetros.

Superficie	11,5 km ²
Profundidad media	3,4 m
Profundidad máxima	5 m
Volumen de agua	53,6*10 ⁶ m ³

Fuente: MOP, 2010.

Clima

El clima en la región es mediterráneo, con una precipitación de 500 a 700 mm anuales (CIREN-CORFO, 1964), concentradas principalmente en invierno y con una estación seca prolongada (MOP, 1987).

Según la clasificación de Köppen y Fuenzalida, (SAG, 1979, en Rivas, 2019), el clima de la Región Metropolitana de Santiago (RMS) se caracteriza como mediterráneo con una estación seca prolongada de 6 a 8 meses y un invierno lluvioso. Se ha catalogado como región Mediterránea subhúmeda, donde en promedio la duración de la aridez es de 5 a 6 meses, presentando 1 a 2 meses semiáridos (Di Castri y Jajek, 1976). El clima actual de la RMS se caracteriza por veranos cálidos, con promedio de temperatura entre 28 y 30° C e inviernos fríos, con temperaturas mínimas entre 0 y 5° C. La mayor parte de la precipitación se concentra en los meses de junio, julio y agosto con rangos anuales que varían entre 200 a 500 mm (McPhee y otros, 2014). Las tendencias en los últimos 30 años indican que las temperaturas han incrementado en las estaciones meteorológicas que se encuentran a mayor altura, en conjunto con un descenso en las precipitaciones (Cortés y otros, 2012, en Rivas, 2019).

En la RMS la precipitación registró un descenso constante que se acentuó desde el año 2006 y posteriormente se ha mantenido con niveles cercanos a los 400 mm (Galleguillos y otros, 2018, en Rivas, 2019). La evapotranspiración (potencial y real) presenta valores relativamente estables desde el año 2011 en adelante, lo que implica que el déficit hídrico está regulado principalmente por la lluvia y por la demanda hídrica. En general, los análisis muestran que la principal causa de la escasez hídrica es la creciente declinación de las precipitaciones que es significativa dentro de toda la cuenca del Maipo (Galleguillos y otros, 2018, en Rivas, 2019). A lo anterior se añade la creciente demanda de agua para distintos usos, lo que agrava las situaciones de estrés hídrico.

La presencia de la Cordillera de la Costa y el alejamiento del mar son los principales factores que producen las características de continentalidad del clima de la Región Metropolitana Santiago (RMS). El sector Altos de Cantillana presenta una variante, ya que parte del área considerada en este estudio se encuentra, por sobre los 1.500 msnm., lo que implica que “normalmente” se encuentre cubierta de nieve en los meses de invierno (Rivas, 2019).

De acuerdo con la estación meteorológica “Laguna Aculeo”, la precipitación anual promedio en la zona (1960-2016) es de 526 mm. Del total precipitado en un año promedio, el 94% se produce en otoño-invierno (abril a septiembre) y el 6% restante se produce en primavera-verano (octubre a marzo). Respecto a las

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

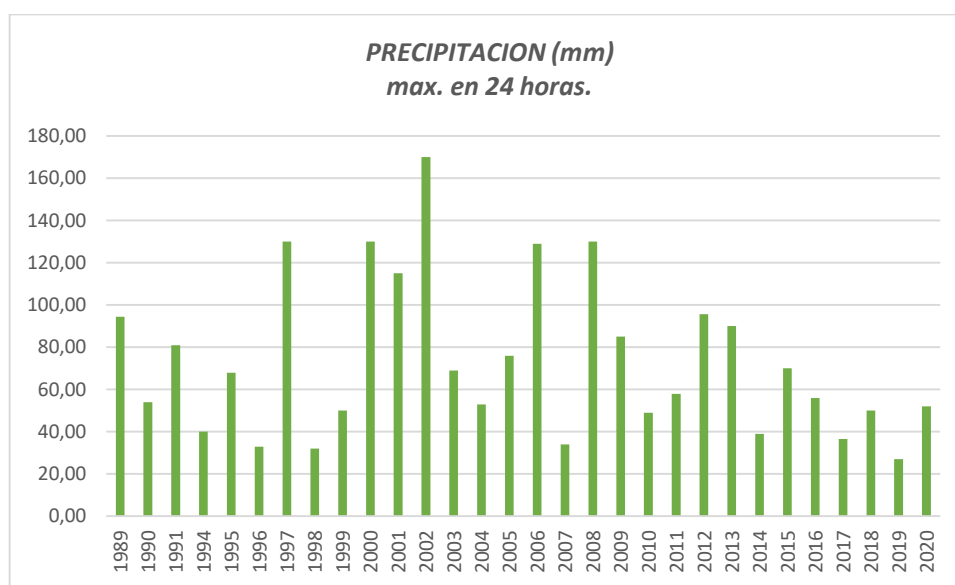
temperaturas, se observa para el periodo 1970-2016, que la temperatura mínima se produce en julio y la máxima en enero, con un promedio anual de 14,7 °C (ERIDANUS, 2016).

Precipitaciones en la laguna⁴

- Clima de tipo templado – cálido, con una estación seca de 6 a 8 meses.
- Nivel medio anual de precipitaciones en la cuenca es de 611 mm, siendo el mes más frío julio, con temperaturas promedios de 7.6° C, y el más cálido en enero con temperaturas promedio de 20.3° C.
- Los aportes a la laguna son de origen pluvionival estacional, con máximos pluviales entre julio y agosto, y máximos nivales entre los meses de septiembre y octubre.

A continuación, se presentan los registros de precipitación anual, en la estación pluviométrica Laguna de Aculeo.

Registros de precipitación anual



Fuente: Elaboración propia en base a registros DGA, 2022.

PERIODO: 01/02/1989 - 08/02/2022			
Estación:	LAGUNA ACULEO		
Código BNA:	05716005-5	360	UTM Norte (mts): 6248925
Cuenca:	RIO MAIPO	33° 53' 09"	UTM Este (mts): 326369
SubCuenca:	Rio Maipo Medio (Despues Colorado antes Mapocho)	70° 52' 39"	Área de Drenaje (km2): 0,00

Fuente: DGA, 2022.

⁴ MOP, 2010.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

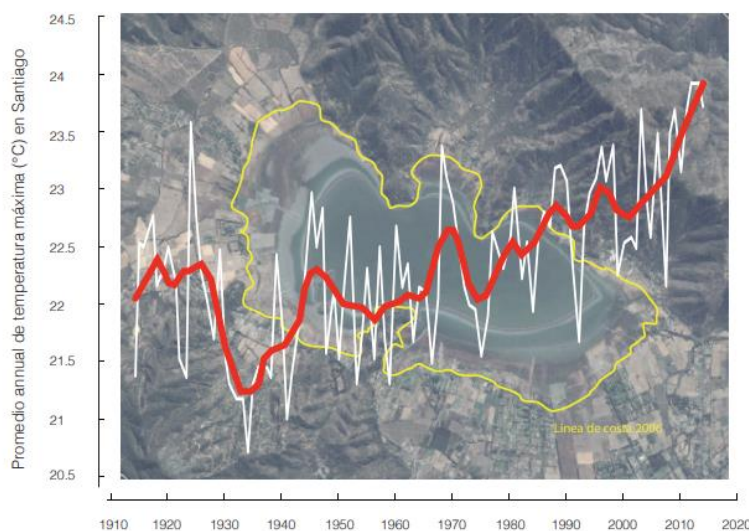
Temperatura⁵

- Los meses más cálidos son enero, febrero diciembre, con temperaturas que bordean los 19° C y 20°C.
- Los meses más fríos corresponden a los meses de julio, junio a agosto, con temperaturas que bordean los 9°C y 10°C, aproximadamente.

Evaporación

En el informe “La mega sequía 2010-2015: Una lección para el futuro” del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2), se enfatiza que, con temperaturas más altas, aumenta la pérdida de agua desde zonas cubiertas por nieve (sublimación), cultivos y vegetación natural (evapotranspiración), y lagos y embalses (evaporación), exacerbando el déficit hídrico. En el caso de la Laguna de Aculeo, la evaporación anual es cercana a los 1200 mm, de acuerdo al promedio 1970-1997. Esta cifra se incrementa en cerca de un 10% debido al aumento de la temperatura en 0.8°C durante el período de megasequía. Con ello, la pérdida de agua desde la laguna superó el millón de metros cúbicos.

Evolución Temporal del promedio anual de la temperatura máxima en la Estación Quinta Normal entre 1914 y 2014



Fuente: Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2), 2015.

⁵ Anexo Registro de temperatura Estación Laguna Aculeo.

*La temperatura está representada por la línea blanca.

La curva roja es un promedio móvil de 3 años.

La imagen de fondo (Google Earth TM) muestra la condición actual laguna de Acuelo (Abril 2015) y la línea de costa en Abril del 2006, enfatizando la reducción de su espejo de agua.

Datos: Dirección Meteorológica de Chile

Geología

El estudio MOP (1987) precisa las características geológicas del sector de la cuenca de Acuelo. Señala que de acuerdo a Nasi y Thiele (1982), la zona presenta una secuencia estratificada que se distribuye al sureste de Melipilla hasta los cordones que circundan la Laguna de Acuelo, mostrando la existencia de dos ciclos principales de sedimentación marina, coronados por intervalos continentales, durante la evolución geológica del Jurásico y Cretácico. Cerca de la base de esta columna, se reconoce por vez primera en la región, el Aaleniano superior, documentado por presencia de amonoides de los géneros Tmetoceras y Eumetoceras. La serie con el piso aludido representa la extensión más austral, comprobada, de la formación Cerro Calera, definida al norte de Limache. Encima de esta unidad se reconocen, sucesivamente: la Formación Horqueta (asignada al lapso Post- Bajociano-Malm); la Formación Lo Prado (asignada al rango Berriasiano-Hauteviriano); la Formación Veta Negra (asignada al rango Barremiano-Albiano); y la Formación Lo Valle (asignada a la parte inferior del Cretácico Superior).

Nasi y Thiele (1982) indican que en la columna estratigráfica se verifican, de norte a sur, variaciones laterales de facies que atestiguan importantes cambios de ambientes de sedimentación. Las características principales que permitieron a Thomas (1958), indican los autores, definir la Formación Las Chilcas al norte de Santiago, desaparecen hacia el sur, donde las facies detríticas de ésta, engranarían, longitudinalmente, con las facies volcánicas de la Formación Lo Valle que, de esta forma, tiene un desarrollo más potente en el área estudiada.

Señalan los autores Nasi y Thiele (1982), que la evolución paleogeográfica, está estrechamente ligada a la existencia de un arco volcánico, continental, activo, al menos desde el Aaleniano superior, asociado a una cuenca de depositación marina, desarrollada fundamentalmente al este del arco. Esta organización paleogeográfica se mantuvo prácticamente invariable, desde el Jurásico Medio al Cretácico Inferior; en el Cretácico Superior se produjo un cambio, marcado por la migración hacia el este del volcanismo y la desaparición de la cuenca marina, originándose, de esta forma, una superposición paleogeográfica (1982). Luego, la geología local de la zona se divide en rocas estratificadas e intrusivas que componen el basamento, y rellenos sedimentarios.

Rocas Estratificadas – Cretácico Inferior

Formación Veta Negra (Kivn)	Formación Las Chilcas (Kilc)
<p>Secuencia lávica, en parte subvolcánica y piroclástica con escasas intercalaciones sedimentarias con un espesor aproximado de 800 metros.</p> <p>Aflora en los cordones montañosos que bordean el sector oeste de la Laguna de Aculeo. Se dispone concordantemente sobre la Formación Lo Prado y subyace en discordancia angular a la Formación Las Chilcas. Es intruida por plutones del Cretácico Superior (Ksg). Está compuesta principalmente por lavas e intrusivos andesíticos, tobas de ceniza rojizas de composición intermedio – ácida e intercalaciones de areniscas rojizas de grano grueso con escasos lentes calcáreos.</p>	<p>Corresponde a la formación predominante de la cuenca de Aculeo.</p> <p>Se compone de una secuencia volcánica y sedimentaria de 1800 m de espesor máximo que aflora al Norte y Sur de la cuenca. Se dispone en discordancia angular sobre la Formación Veta Negra y subyace en discordancia de erosión a la Formación Abanico. Hacia el sur, es intruida por rocas plutónicas del Cretácico superior (Ksg, Kdp). Compuesta por lavas andesíticas a dacíticas en su nivel basal, productos volcánicos ácidos como tobas riolíticas en su nivel medio y su nivel superior corresponde a coladas basálticas y andesíticobasálticas con niveles de conglomerados y areniscas.</p>

Rocas Intrusivas – Cretácico Superior

Intrusivos hipabisales andesíticos y dioríticos (Kdp)	Stocks monzodioríticos – granodioríticos (Ksg)
<p>Pequeños stocks y filones manto porfídicos, andesíticos y dioríticos.</p> <p>Constituyen cuerpos de forma irregular inferiores a 1 km² de área y tabulares de hasta 250 m de ancho que afloran al sureste de la cuenca intruyendo a la Formación Las Chilcas (Kilc). Por su composición y cercanía espacial, se postulan como equivalentes someros de la unidad stocks monzodioríticos – granodioríticos (Ksg).</p>	<p>Stocks de monzodiorita cuarcífera a granodiorita de hasta 28 km² de superficie expuesta. Aflora al norte y sur de la Laguna de Aculeo y al Suroeste de la cuenca. Produce una aureola de alteración hidrotermal (sericita, arcillas) en rocas de las Formaciones las Chilcas (Kilc) y Veta Negra (Kivn).</p>

18

Relleno Sedimentario – Cuaternario

Depósitos fluviales (Qf)	Depósitos coluviales de pendiente (Qc)
<p>Sedimentos no consolidados genéticamente relacionados a cursos fluviales activos. Se presentan en una sección del estero Pintué y acotados a su cauce. Predominan gravas y gravas arenosas lastosoportadas, compuestas por fragmentos de rocas volcánicas e intrusivas, redondeadas a bien redondeadas de baja esfericidad, en parte imbricadas, y matriz arenosa (facies de relleno de canal). Incluyen, además lentes arenosos con estratificación plana h horizontal y cruzada, junto a escasos niveles de limos finamente laminados, depositados durante los períodos de bajo caudal.</p>	<p>Sedimentos pobremente consolidados o no consolidados, polimícticos, mal seleccionados ubicados en las faldas y al pie de los cerros, en los costados de quebradas y en pequeños valles intermontanos, que pueden alcanzar localmente la centena de metros de espesor. Están formados principalmente por clastos y bloques centimétricos a métricos de las litologías locales (Kivn, Kilc, Ksg o Kdp), movilizados gravitacionalmente, y con escasa matriz intersticial de grava y arena. Constituyen mantos adosados a las laderas (escombros de falda), con pendientes de 4° a más de 10°, que desarrollan estratificación gruesa paralela a la pendiente.</p>
Depósitos aluviales de piedemonte (Qap)	Depósitos lacustres (Ql)
<p>Sedimentos pobremente consolidados, ubicados en la desembocadura de Quebrada La Palmilla, Ramadillas, Huiticalán y otras quebradas menores.</p> <p>Están constituidos por una alternancia de depósitos de remoción en masa, depósitos fluviales y mantos de crecida, que conforman abanicos aluviales de estructura radial y pendientes de 3° a 6°.</p>	<p>Sedimentos no consolidados, impermeables, constituidos por limos, arcillas y arenas limosas, finamente laminados o macizos, ubicados en zonas deprimidas, donde la napa freática se encuentra a profundidades someras o aflora permanentemente, formando lagunas como la de Aculeo.</p>

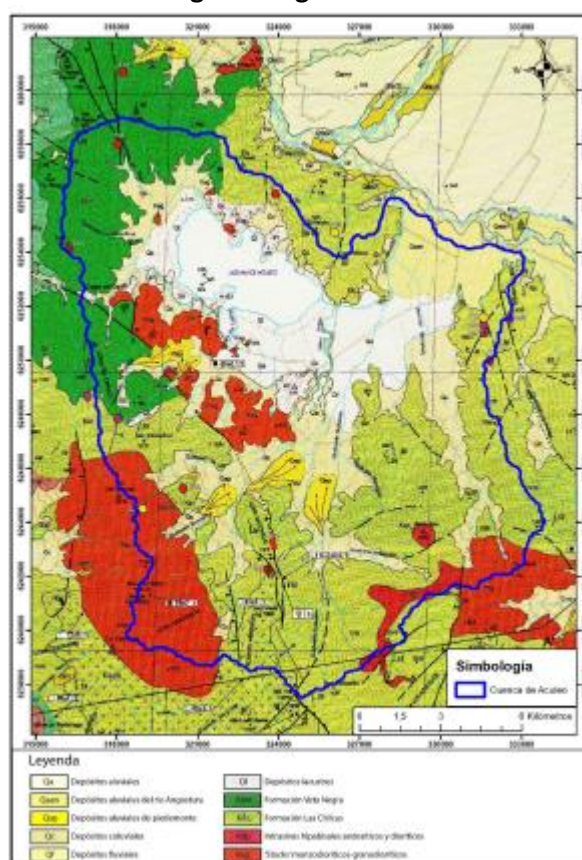
“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

Depósitos aluviales (Qa, Qaan)

Sedimentos estratificados, moderadamente consolidados, que constituyen abanicos aluviales coalescentes de 2-10 km de radio, que se presentan en los bordes de la Laguna de Aculeo luego de los depósitos lacustres. Hacia las cabeceras, estos depósitos están cubiertos por depósitos coluviales (Qc) y aluviales de piedemonte (Qap). En las zonas proximales a la salida de las quebradas, predominan asociaciones de barras fluviales compuestas por una alternancia de gravas clastosoportadas y gravas arenosas con menor proporción de limos, estratificadas en capas de espesor variable entre 0,3 y 2 m. En las zonas distales, en tanto, predominan sedimentos de grano fino: arenas, limos y arcillas con esporádicos lentes de conglomerados correspondientes a facies canalizadas y depósitos de barra. A la entrada de la cuenca se limitan, además los depósitos aluviales asociados al Río Angostura (Qaan).

Las características geológicas descritas pueden apreciarse en la siguiente carta del área Talagante – San Francisco de Mostazal, descrita por Selles y Gana (2001).

Carta Geológica Talagante – San Francisco



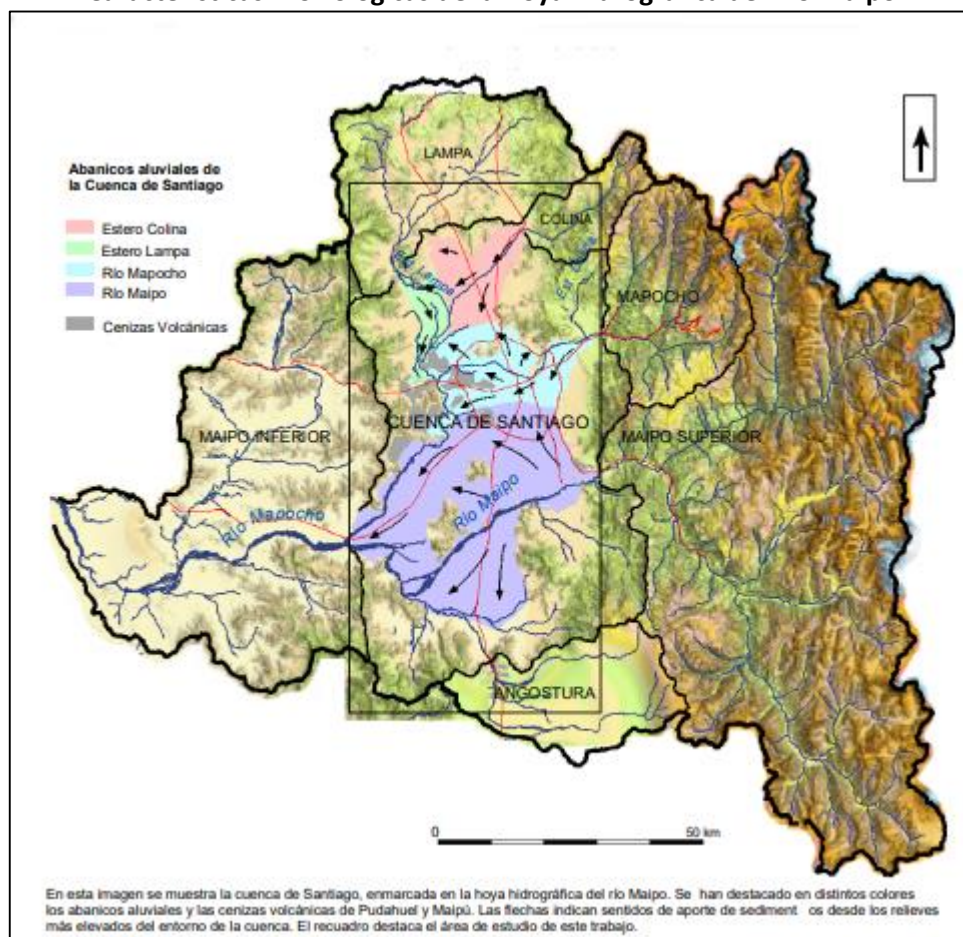
Fuente: Selles y Gana, 2001, en Rivas, 2019.

Geomorfología

La cuenca de Acuelo se ubica en el sector oriente de la Cordillera de la Costa, al sureste de la cuenca del Maipo. Posee una extensión de 255 km² y cotas entre 348 y 2308 msnm.

Como se mencionó, corresponde a un sector rodeado por cordones de cerros escarpados que limitan la laguna y su extensa planicie de inundación.

Características Morfológicas de la Hoya Hidrográfica del Río Maipo



Fuente: Antinao et al, 2003.

A las principales cumbres señaladas anteriormente, se pueden agregar otras, igual de importantes como Cerro Tralcaco (841 m.s.n.m), Morro Las Abejas (1276 m.s.n.m), cordón de la Mina, además del Alto de Cantillana (2.143 m.s.n.m) por el sur. Estos, en especial los que rodean la laguna se caracterizan por poseer pendientes pronunciadas, que facilitan el desarrollo de remociones en masa, especialmente en el sector suroriente de la cuenca.

Las zonas altas de la cuenca se caracterizan por presentar depósitos coluviales., mientras que hacia las zonas de baja pendiente se observan abanicos aluviales de gran extensión junto a los depósitos fluviales

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

de los principales esteros de la zona (Esteros Las Cabras, Pintué, Huiticalán y Abrantes). Estos abanicos se extienden hasta encontrarse con los depósitos de la llanura de inundación de la Laguna de Aculeo.

Usos de Suelo

De acuerdo a la siguiente tabla, la cual considera tres períodos (2006, 2012 y 2018), el principal uso de suelo de la cuenca, corresponde a la categoría de bosque, mientras que viviendas, es el uso de menor representatividad. Relevante es la disminución de la categoría cuerpo de agua, que paulatinamente fue disminuyendo su representatividad en la cuenca (Rivas, 2019).

Áreas de Uso de Suelo, Cuenca de Aculeo

Usos de Suelo	2006			2012			2018		
	Huticalán (Há)	Aculeo Sin Huiticalán	Área Total	Huticalán (Há)	Aculeo Sin Huiticalán	Área Total	Huticalán (Há)	Aculeo Sin Huiticalán	Área Total
Cuerpos de Agua	0	1234	1234	0	906	906	0	0	0
Cultivo	373	937	1310	320	782	1101	367	834	1202
Pastizal	111	403	515	39	285	323	71	1038	1109
Frutales	60	141	201	69	183	252	68	222	290
Suelo Desnudo	1522	2114	3636	1481	2300	3781	1586	281	4402
Parcelas de agrado (solo jardines)	13	294	307	18	300	319	27	506	533
Bosque	3027	8050	11077	3163	8326	11489	3042	7779	10820
Matorral	325	1915	2240	342	2017	2359	264	1868	2132
Viviendas	15	75	89	14	64	78	21	87	108

Fuente: Rivas, 2019.

Unidades Geoambientales del Relleno Sedimentario

Conos de deyección - Zonas apicales de alta pendiente: Escombros de falda y zonas apicales de conos de deyección (C1a). La composición de los depósitos corresponde a gravas y bloques de hasta 5 m inmersos en una matriz areno arcillosa. Este material puede presentarse incoherente, en especial en zonas de mucha pendiente asociadas a escombros de falda y zonas limitantes con formaciones rocosas altamente erosionadas.

Las pendientes varían en el rango 10 a 20% de inclinación y el desnivel topográfico alcanza entre 100 a 700 m de altura. Generalmente, las zonas apicales de los conos de deyección de Laguna de Aculeo presentan los más amplios desniveles topográficos. Las aguas evacuan rápidamente debido al alta pendiente que se presenta. El desarrollo de suelos es prácticamente inexistente y la pedregosidad superficial es muy alta, con grandes bloques en situaciones de baja estabilidad.

Conos de deyección - Zonas apicales de alta pendiente - Zonas apicales e intermedias de conos de deyección (C1c): Los depósitos, aunque altamente heterogéneos, corresponden principalmente a gravas, bolones y bloques de hasta 0,8 m de diámetro, dentro de una matriz areno – arcillosa soportante. Las pendientes que se desarrollan alcanzan inclinaciones entre 6 a 10% y los desniveles topográficos varían entre 150 a 250 m. Generalmente asociado al eje de quebradas, se desarrolla un canal principal central o de evacuación. Los suelos superficiales asociados a estos depósitos son de origen transportado, normalmente areno – arcillosos de colores pardo amarillentos y de poco espesor (cm).

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

Conos de deyección - Zonas apicales de alta pendiente - Zonas intermedias y distales de conos de deyección (C1d): Los depósitos corresponden principalmente a gravas guijarros, con escasos clastos de diámetro superiores a 25 cm, en una matriz areno – arcillosa. Las pendientes varían entre 3 a 6% y los desniveles se encuentran en el rango de 25 a 150 m. Los suelos superficiales en esta unidad son areno – arcillosos y de colores pardo amarillento.

Conos de deyección. - Zonas distales e intermedias de baja pendiente - Zona intermedia y distal (C2a): Los depósitos corresponden a arenas, arcillas y limos, con algunos desniveles de gravas bien estratificados que disminuyen en importancia hacia la parte distal. Presentan pendientes entre 1 a 3%, y en las que el desnivel topográfico varía entre 25 a 100 m. Existen zonas de escasa pendiente, donde el agua se acumula en los sectores topográficamente más deprimidos. Los suelos superficiales que se encuentran son limo – arcillosos o arcillosos, de colores pardo oscuro a pardo amarillento, con espesores entre 20 a 40 cm.

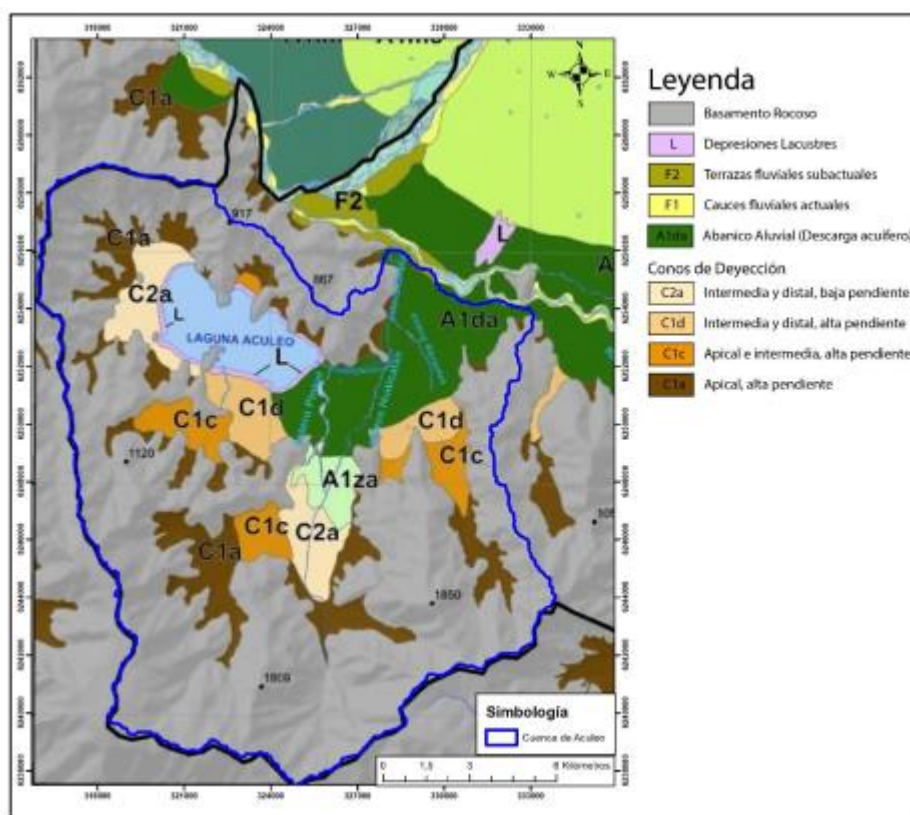
Abanicos Aluviales - Zonas apicales (A1za): Esta unidad corresponde a las zonas apicales del abanico aluvial de Huiticalán. Los depósitos sedimentarios corresponden principalmente a gravas y guijarros, con bloques y bolones de hasta 1 m, inmersos en una matriz que varía entre arenas y arenas arcillosas. La pendiente que alcanzan estos terrenos se encuentra en el rango de 3 – 6% y el desnivel topográfico varía entre 200 – 250 m. Los terrenos de esta unidad corresponden a zonas de recarga de aguas subterráneas. El suelo superficial que se encuentra es arenoso a areno arcilloso, de un espesor variable de hasta 50 cm, y colores pardo grisáceo a pardo oscuro. La pedregosidad superficial es media a alta, se encuentran bloques superficiales de tamaños superiores a 1 m hasta la cota 450 msnm.

Abanicos Aluviales - Zona de descarga del acuífero. (A1da): En general corresponde a una franja de hasta 15 km de ancho asociada a la zona de descarga del acuífero principal, en los terrenos oriental y sur, de los depósitos aluviales de la cuenca. El depósito sedimentario consiste principalmente de gravas, con bolones de hasta 30 cm, en una matriz areno – arcillosa. Comunes son los lentes de arenas y finos, horizontes de gravilla y arenas de hasta 1 m de espesor, en los que el material grada normalmente. La pendiente de estos terrenos es muy baja, entre 0,5 – 1% y el desnivel topográfico este – oeste varía entre 25 a 100 m. El agua se acumula fácilmente en superficie. Los niveles estáticos se encuentran desde profundidades inferiores a 5 m hasta superficiales. El suelo es principalmente limo – arcillo – arenoso, localmente se diferencian dos horizontes según los contenidos de materia orgánica y limo, mayores en el horizonte superior. Estos alcanzan espesores de hasta 4 m y presentan colores pardo oscuro amarillento a grisáceo.

Depresiones Lacustres (L): Son terrenos relaciones a la acumulación de materiales en cuencas de drenaje restringido y/o ambientes lacustres. Corresponden a zonas de anegación intermitente, pantanosas, producto del embancamiento del drenaje por la confluencia de abanicos aluviales o por ubicarse en depresiones topográficas en la zona de descarga del acuífero. Se reconoce en las márgenes de la Laguna de Aculeo. Los depósitos se encuentran conformados por arenas finas, limos y arcillas, con estratificación laminada o macizos. Cuando los depósitos contienen abundante materia orgánica, adquieren color pardo oscuro a negruzco. La pendiente de estos terrenos es inferior a 0,8% y el desnivel, en promedio no supera los 10 m. Las aguas superficiales no son evacuadas por prolongados períodos. El nivel freático es muy somero y se encuentra hasta profundidades de 3 m. Los suelos son ricos en arcillas, de efectiva hidratación y expansión al aumentar el contenido de humedad y considerable agrietamiento cuando se secan.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

Unidades Geoambientales zona de Aculeo



Fuente: Rivas, 2019.

Suelos

En la cuenca del río Maipo, se distinguen cuatro secciones:

- Sección superior de la cuenca (alta cordillera) caracterizados por suelos esqueléticos sobre afloramiento rocoso.
- Sección media de la cuenca (precordillera o piedmont) correspondiente a las zonas de piedmont que rodean la cuenca con suelos estratificados, bien drenados y de fertilidad natural alta. Está representado por tres sectores (i) Sector Rungue-Polpaico; (ii) Sector Colina-Batuco y, (iii) Sector Hospital – Aculeo.

El sector Hospital – Aculeo presenta suelos graníticos, estratificados y pedregosos. Sus características son:

- Textura: Moderadamente gruesa (franco arenosa) y media (franca, franco limosa y muy limosa).
- Permeabilidad: Media.
- Escurrentía: Media.
- Riesgo de Erosión: Moderado.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

- Sección fondo del valle de la cuenca: Suelos con problemas de drenaje y permeabilidad; muestran grados variables de salinidad y/o alcalinidad y serias limitaciones para su utilización agrícola. Se distinguen suelos del Mapocho sector del piedmont y suelos del Mapocho sector Pudahuel y Maipú.
- Sección baja de la cuenca costera (zona costera): Corresponden a valles estrechos como Melipilla y estero Puangue, caracterizados por suelos de material granítico y estratificados.

Hidrología e Hidrogeología

En el estudio de Rivas (2019) se señala que la subcuenca Aculeo cubre aproximadamente 94 km². De acuerdo al autor y según se ha señalado en varias oportunidades, corresponde a un sector rodeado por cordones de cerros escarpados, que limitan la laguna y su extensa planicie de inundación.

Rivas (2019) indica que el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) informa de áreas de alto riesgo de remociones en masa en este sector (Antinao y otros, 2003). Las cotas de terreno de la cuenca delimitada varían entre los 352 y 2.040 msnm.

La investigación indica que el sistema hidrológico está compuesto por una serie de cuencas y quebradas que encauzan el flujo de régimen pluvial hasta la laguna. Sus características principales son la elevada pendiente en zonas de captación y los reducidos caudales que generan. Dichos caudales presentan una gran diferencia entre crecida y estiaje. Los primeros, generados principalmente en otoño, y los segundos, en primavera, época en que incluso algunos esteros no presentan escurrimiento superficial. La zona alta se encuentra semicubierta por formaciones arbóreas y arbustivas, lo que determina que cierta cantidad de la precipitación sea aprovechada por la vegetación. En el tramo medio, el arrastre de material está condicionado por el uso actual del suelo (ERIDANUS, 2016 en Rivas, 2019).

Rivas (2019) hace mención a la megasequía y conforme al estudio DCE-DGA (1987), indica que las características de la laguna, antes del fenómeno eran:

Profundidad máxima	8,5 m.
Área del espejo de agua	12,44 km ²
Volumen	41,79 millones de m ³
Temperatura del agua	10,7-30,4 ° C.
Elevación promedio	360 msnm.

Asimismo, señala que Vila (1992) indica, tras calcular un nuevo balance hídrico, un volumen embalsado de 46 millones de m³. Se ha documentado que la evaporación provoca una disminución del nivel de las aguas a finales del verano y principios del otoño (febrero a mayo).

Señala Rivas (2019) que la Laguna de Aculeo evacúa naturalmente sus aguas a través del estero Aculeo o Santa Marta, que fluye hacia el estero Huiticalán. Luego de la junta de los esteros Aculeo y Huiticalán, el cauce se denomina estero Peralillo, el cual descarga sus aguas en el río Angostura, aproximadamente 5 km aguas arriba de la junta del río Angostura con el río Maipo a unos 3 km al oeste de la localidad de

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

Valdivia de Paine.

Siendo el principal afluente, el estero Pintué, tiene especial relevancia en épocas de crecida por precipitación y/o deshielo y efluente de la laguna.

Por otra parte, en el año 2000 el estero Santa Marta fue canalizado y profundizado permitiendo extraer más agua desde la laguna hacia el río Angostura (Romero, 2012 en Rivas, 2019). En el verano de 2018 la laguna se secó por completo, situación que volvió a repetirse en el verano de 2019.

Respecto al acuífero, en la cuenca de Aculeo existe un alto riesgo de inundaciones por lluvias intensas y crecidas asociadas, y por el drenaje deficiente en sectores, donde aparentemente existen horizontes impermeables arcillosos (Antinao y otros, 2003 en Rivas, 2019). El acuífero de Aculeo está alojado en los depósitos de gravas consolidadas y arenas medianamente consolidadas de edad pleistocénica, con intercalaciones de sedimentos lacustres generalmente arcillosos, de continuidad lateral variable. La cubeta de la laguna está excavada en un macizo andesítica, de relieve irregular, rellena con sedimentos clásticos, granulares con intercalaciones de sedimentos finos localmente arcillosos; que cubren esta secuencia, depósitos finos posiblemente cineríticos y suelo orgánico (Meneses, 2019 en Rivas, 2019).

El espesor de los sedimentos granulares que alojan el acuífero, varía entre 80-250 m, con una gran variabilidad granulométrica. Otras estimaciones del acuífero de Aculeo establecen un rango de 120-250 m, por lo que se ha estimado una capacidad de almacenamiento de $2,6-3,5 \cdot 10^8 \text{ m}^3$, para una superficie aproximada de 50 km^2 (Dirección General de Aguas, 2018 en Rivas, 2019).

Las cuatro unidades hidrogeológicas que componen la cuenca son sedimentos superficiales, arenas y gravas, sedimentos finos y roca fundamental. La unidad de gravas y arenas corresponde al acuífero que posee espesores de entre 100 a 200 m. Este acuífero se encuentra confinado en gran parte de la cuenca debido a la unidad de sedimentos finos y sedimentos superficiales, con excepción de las cercanías del estero Santa Marta o Aculeo (Meneses, 2019 en Rivas, 2019).

Los depósitos que albergan el acuífero presentan una porosidad promedio del 10% y velocidades de flujo de 5-1.400 m/día. Se observan mayores transmisividades en el acuífero del Maipo que en el acuífero de Aculeo, probablemente debido a que en Aculeo la granulometría es mucho menor que en el Maipo. Además, dentro de la misma cuenca de Aculeo se observan mayores transmisividades en las cercanías del estero Pintué lo que se asocia a una mayor carga hidráulica (Rivas, 2019).

Los niveles de la Laguna de Aculeo se relacionan con los niveles de las napas de agua subterráneas del acuífero de Aculeo cuya área de recarga corresponde a 200 km^2 y con el drenaje de la cuenca aportante (misma área de recarga del acuífero excluyendo a la subcuenca de Huiticalán) cuya área es de 149 km^2 (Barría y otros, 2019). De acuerdo a la caracterización hidrogeológica realizada en el marco del proyecto FIC-Aculeo, cualquier extracción de agua merma el agua almacenada en el acuífero. Se incluye en esta área la subcuenca de Pintué y Huiticalán, debido a que eventualmente podría demostrarse que hay conexión subterránea entre el acuífero de Aculeo y el área de drenaje de estos dos esteros (Rivas, 2019).

El flujo subterráneo se concentra desde los exteriores de la laguna hacia el centro de esta. Entre los esteros Pintué y Huiticalán existe una mayor carga hidráulica lo que implica un flujo desde este lugar hacia la

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

laguna y hacia la salida de la cuenca. Las cotas hidráulicas en la cuenca de Aculeo van desde 345 a 361 msnm. y en la cuenca del Maipo desde 331 a 339 msnm., lo que implica que si existiera una conexión entre los acuíferos de Aculeo y Maipo la dirección del flujo iría desde el acuífero Aculeo hacia el Maipo (Meneses, 2019 en Rivas, 2019).

Los niveles estáticos medidos en la cuenca a fines del invierno de 2018 descendieron rápidamente, alcanzando valores bajo la superficie del terreno entre 2,6 y 18,5 m sobre cotas en torno a 370-384 msnm. (Meneses, 2019). De manera general se observa una baja de los niveles estáticos del acuífero desde octubre hasta mayo y un aumento de los mismos desde junio a septiembre (Meneses, 2019 en Rivas, 2019)

Vegetación y Fauna

La zona donde se encuentra la laguna presenta amplias zonas de bosque nativo especialmente especies de Peumo (*Cryptocarya alba*), Quillay (*Quillaja Saponaria*) y Litre (*Lithraea Caustica*) (Hoffman, 2012 en Tapia, 2021). Estas especies están en su mayoría inmersas en la Reserva Nacional Altos de Cantillana declarada Santuario de la naturaleza el año 2009, constituyendo un sector rodeado por cordones montañosos que delimitan la laguna, presentando un alto riesgo de remociones en masa debido a su geomorfología (Rivas, 2019 en Tapia, 2021).

Por otro lado, la cuenca se encuentra rodeada por amplios sectores de praderas, residencias y agricultura especialmente cultivos de trigo, maíz y grano seco además de cultivos frutales de gran consumo hídrico como kiwi, cereza y ciruela (Rivas, 2019).

De acuerdo al Dto. 382/1998, la Laguna de Aculeo es hábitat y sitio de nidificación de especies de aves acuáticas migratorias, según censos realizados por la Corporación Nacional Forestal-Región Metropolitana. Estas aves deben ser protegidas en virtud del Convenio sobre la Conservación de Especies Migratorias de la Fauna Salvaje (CMS) y la Convención Relativa a las Zonas Húmedas de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de las Aves Acuáticas (RAMSAR) (Rivas, 2019).

La fauna íctica ha sido diezmada por diversos episodios de mortandad masiva que se asocian a la característica de alta eutrofia en la Laguna de Aculeo. El último episodio registrado, previo a la desecación completa de la Laguna de Aculeo, ocurrió en la primavera de 2017.

Por otra parte, en la cuenca de Aculeo se ubica la Reserva Natural Altos de Cantillana, la que está catalogada como un “área crítica” para la biodiversidad mundial y como un centro mundial para la diversidad de la flora. Esto, debido al alto grado de endemismo regional y la riqueza de especies de la flora, pero que se encuentra altamente amenazada por la presencia humana (Silva, 2017 en Rivas, 2019).

La vegetación⁶ de esta zona se caracteriza por formaciones de:

- Matorral: entre las comunidades de matorral destacan el Matorral Arborescente Esclerófilo, Matorral Esclerófilo Degradado y Matorral Esclerófilo Subandino.

⁶ Rivas, 2019.

- Bosque Esclerófilo Costero: corresponde a renovales dominados por especies de hoja dura y coriáceas tales como Peumo (*Cryptocarya alba*), Boldo (*Peumus boldus*), Quillay (*Quillaja saponaria*), Litre (*Lithrea caustica*) y Bollén (*Kageneckia oblonga*). También se incluyen algunas especies en categorías de conservación, entre ellas, Avellanita (*Avellanita bustillosii*), Belloto (*Beilschmiedia miersii*), Guayacán (*Porlieria chilensis*), Naranjillo (*Citronella mucronata*), Lingue (*Persea lingue*), Pesebre (*Hypolepis poeppigii*) y Helechos nativos de Chile (*Dennstaedtia glauca*). Esta formación está presente en quebradas con exposición sur.
- Bosque Caducifolio: formaciones que se ubican, en la Meseta Altos de Cantillana ocupando sectores con pendientes escarpadas y exposición sur, entre los 1.400 y 1.900 m de altitud. La vegetación existente en el área de estudio se caracteriza por su adaptación al clima mediterráneo con inviernos fríos y lluviosos y veranos cálidos y secos. Los estratos que presenta estas formaciones son arbóreo, arbustivo y hierbas que ocupan las pendientes y colinas existentes en la cuenca.

Para complementar la información, se describen los registros de vegetación recopilados en la siguiente tabla:

Registros de especies vegetales presente en los Humedales Urbanos Laguna de Aculeo y Estero Pintué

	Categoría de conservación		Especie nativa/exótica	Fuente del registro
	RCE	IUCN		
CLASE Liliopsida				
NOMBRE CIENTÍFICO (NOMBRE COMÚN) <i>Lemna valdiviana Phil.</i> (Lenteja de agua)	-	-	Nativa	SEREMI de Medio Ambiente RM, 2016
CLASE Magnoliopsida				
NOMBRE CIENTÍFICO (NOMBRE COMÚN) <i>Anthemis cotula L.</i> (Manzanilla hedionda)	-	-	Exótica	SEREMI de Medio Ambiente RM, 2016
<i>Beilschmiedia miersii</i> ((Gay) Kosterm.) (Belloto del norte)	VU	NE	Nativa (Endémica)	Romero, 2003
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten. (Cardo)	-	-	Exótica	SEREMI de Medio Ambiente RM, 2016
<i>Cotula coronopifolia L.</i> (Botón de oro)	-	-	Exótica	SEREMI de Medio Ambiente RM, 2016
<i>Crinodendron patagua</i> (Patagua)	-	-	Nativa (Endémica)	Romero, 2003
<i>Cynodon dactylon</i> ((L.) Pers.) (Pasto bermuda, Pata de perdiz)	-	-	Exótica	Romero, 2003
<i>Eucalyptus globulus</i> (Labill.) (Eucalyptus)	-	-	Exótica	Romero, 2003
<i>Galega officinalis</i> (L.) (Galega o Ruda cabruna)	-	-	Exótica	SEREMI de Medio Ambiente RM, 2016

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

<i>Helosciadium nodiflorum</i> (L.) W.D.J. Koch (Berra, berro)	-	-	Exótica	SEREMI de Medio Ambiente RM, 2016
<i>Ludwigia peploides</i> (Kunth) P.H. Raven (Duraznillo de agua)	-	-	Nativa	SEREMI de Medio Ambiente RM, 2016
<i>Myriophyllum aquaticum</i> (Vell.) Verdc. (Cola de zorro acuática)	-	-	Nativa	SEREMI de Medio Ambiente RM, 2016
<i>Persea lingue</i> (Lingue)	VU	NT	Nativa	Romero, 2003
<i>Populus nigra</i> (Álamo)	-	-	Exótica	Romero, 2003
<i>Quillaja saponaria</i> (Quillay)	-	-	Nativa (Endémica)	Romero, 2003
<i>Rubus ulmifolius</i> (Schott) (Zarzamora)	-	-	Exótica	Romero, 2003
<i>Salix babylonica</i> (L.) (Sauce llorón)	-	-	Exótica	Romero, 2003
<i>Salix humboldtiana</i> (Sauce chileno)	-	-	Nativa	Romero, 2003
<i>Scirpus californicus</i> (Batro)	-	-	Exótica	Romero, 2003
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L. (Verónica acuática, berros)	-	-	Exótica	SEREMI de Medio Ambiente RM, 2016
CLASE Monocotyledoneae				
NOMBRE CIENTÍFICO (NOMBRE COMÚN) <i>Cyperus eragrostis</i> Lam. (Cortadera)	-	-	Nativa	SEREMI de Medio Ambiente RM, 2016
CLASE Polypodiopsida				
NOMBRE CIENTÍFICO (NOMBRE COMÚN) <i>Azolla filiculoides</i> Lam. (Helecho de agua, flor del pato)	-	-	Nativa	SEREMI de Medio Ambiente RM, 2016

VU: Vulnerable
NE: No Evaluada
NT: Casi Amenazada

En el caso de la fauna, la tabla a continuación recopila la información de especies de fauna registradas para la zona. Los datos fueron obtenidos mediante búsqueda bibliográfica. Destaca la presencia de especies con categorías de conservación como la Garza Cuca (*Ardea cocoi*), el Cisne de Cuello Negro (*Cygnus melanocoryphus*) y el Coipo (*Myocastor coypus*).

Registros de fauna en los Humedales Urbanos Laguna de Aculeo y Estero Pintué

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

	Categoría de conservación			Especie nativa/exótica	Fuente
	RCE	Ley de Caza	IUCN		
CLASE Aves					
NOMBRE CIENTÍFICO (NOMBRE COMÚN) <i>Anas georgica</i> (Pato jergón grande)	-	DS 5 MINAGRI 1998	-	Nativa	Romero, 2003
<i>Anas flavirostris</i> (Pato jergón chico)	-	DS 5 MINAGRI 1998	-	Nativa	Romero, 2003
<i>Ardea cocoi</i> (Garza Cuca)	LC	DS 5 MINAGRI 1998	LC	Nativa	Romero, 2003
<i>Ardea alba</i> (Garza grande)	-	DS 5 MINAGRI 1998	-	Nativa	Romero, 2003
<i>Cygnus melanocoryphus</i> (Cisne de Cuello Negro)	VU	DS 5 MINAGRI 1998	LC	Nativa	Romero, 2003
<i>Egretta thula</i> (Garza grande)	-	DS 5 MINAGRI 1998	-	Nativa	Romero, 2003
<i>Fulica armillata</i> (Tagua)	-	DS 5 MINAGRI 1998	-	Nativa	Romero, 2003
<i>Gallinula melanops</i> (Tagüita)	-	DS 5 MINAGRI 1998	-	Nativa	Romero, 2003
<i>Himantopus melanurus</i> (Perrito)	-	DS 5 MINAGRI 1998	-	Nativa	Romero, 2003
<i>Larus maculipennis</i> (Gaviota cahuil)	-	DS 5 MINAGRI 1998	-	Nativa	Romero, 2003
<i>Nycticorax nycticorax</i> (Huairavo)	-	DS 5 MINAGRI 1998	-	Nativa	Romero, 2003
<i>Pardirallus sanguinolentus</i> (Pidén)	-	DS 5 MINAGRI 1998	-	Nativa	Romero, 2003
<i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Yeco)	-	DS 5 MINAGRI 1998	-	Nativa	Romero, 2003
<i>Plegadis chihi</i> (Cuervo del Pantano)	LC	DS 5 MINAGRI 1998	LC	Nativa	
<i>Podiceps major</i> (Huala)		DS 5 MINAGRI 1998		Nativa	Romero, 2003
<i>Podilymbus podiceps</i> (Picurio)	-	DS 5 MINAGRI 1998	-	Nativa	Romero, 2003
<i>Vanellus chilensis</i> (Queltehue, tero)	-	DS 5 MINAGRI 1998	-	Nativa	Romero, 2003
CLASE Mammalia					
<i>Myocastor coypus</i> (Coipo)	LC	DS 5 MINAGRI 1998	LC	Nativa	Romero, 2003

VU: Vulnerable

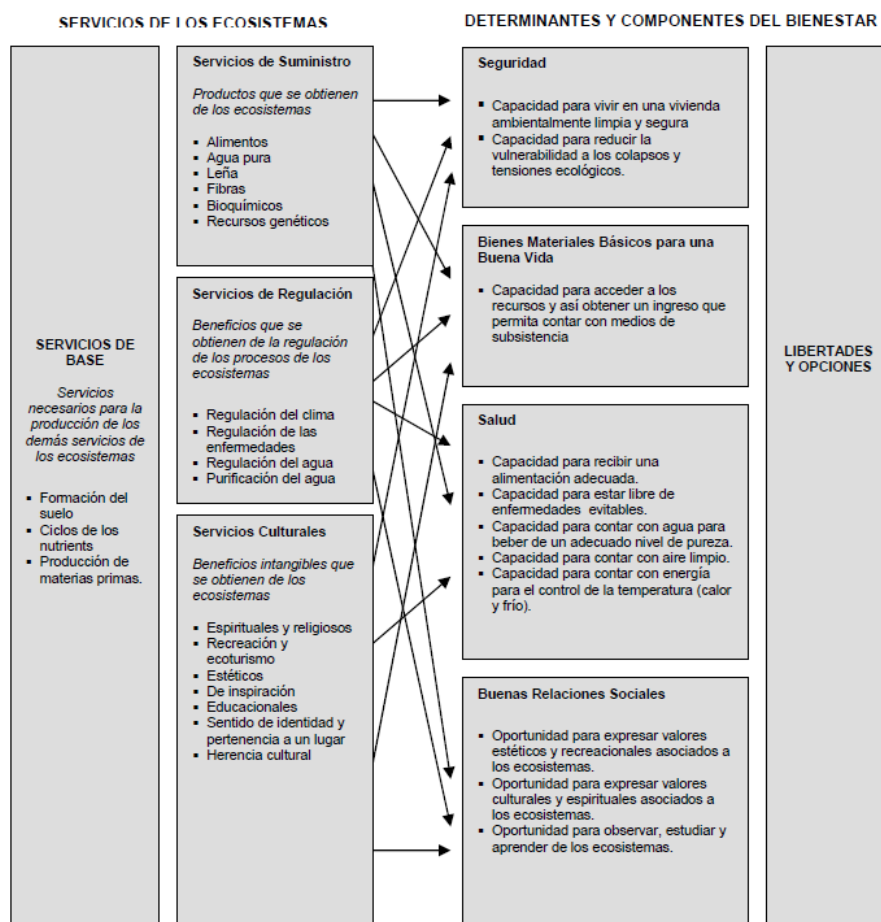
LC: Preocupación menor

Servicios Ecosistémicos del Humedal Urbano Estero Pintué-Laguna Aculeo

Los servicios ecosistémicos (SE) se entienden como aquellos beneficios que se obtienen de los ecosistemas, incluyendo su biodiversidad, generando bienestar humano con una perspectiva biológica de subsistencia, así como económica, social y cultural (Corredor et al., 2012 en Silva, 2017).

Al respecto, el Programa de Trabajo Internacional “Evaluación de Ecosistemas del Milenio” (EM), describe los SE en términos de servicios de suministro, regulación, de base y culturales. Así, los servicios que prestan los ecosistemas incluyen productos tales como alimentos, combustibles y fibras; servicios de regulación, tales como la regulación climática y el control de las enfermedades; y beneficios intangibles, como los de carácter espiritual y estético. Los cambios que experimenten estos servicios afectan de diversas maneras el bienestar humano (World Resources Institute, 2003).

Servicios que prestan los ecosistemas y su vinculación con el bienestar humano



Fuente: World Resources Institute, 2003.

El Humedal Urbano Estero Pintué-Laguna Aculeo es de un alto valor ambiental dada la alta biodiversidad en términos de flora y fauna y un gran valor paisajístico, especialmente en la zona del cordón del Cantillana.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

De acuerdo a Silva (2017), la cuenca de Aculeo donde se inserta el Humedal Urbano en análisis, brinda servicios ecosistémicos culturales, de regulación y abastecimiento, los cuales son suministrados por los ecosistemas locales, y que aportan al bienestar humano, éstos son:

- Servicios Culturales: Apreciación de especies y paisaje que generan satisfacción y placidez por su estética, actividades recreativas y turismo de naturaleza, educación ambiental, conocimiento ecológico local (conocimiento experiencial traspasado de generación en generación), identidad cultural y sentido de pertenencia, apreciación de especies, paisajes y lugares que generan satisfacción por su inspiración espiritual.
- Servicios de Regulación: Regulación del clima, purificación del aire, regulación hídrica y depuración del agua (ralentización hídrica, control de escorrentías superficiales), control de la erosión, mantenimiento de la humedad y de los nutrientes en el suelo (fertilidad) lo que permite la preservación de la materia orgánica y el humus, regulación de plagas y vectores patógenos de humanos, cosechas y ganado, mantención de hábitat para el desarrollo del ciclo de vida de variadas especies animales y vegetales.
- Servicios de Suministro (abastecimiento): Producción de cultivos, alimentos, agua dulce para consumo humano, materias primas de origen biótico, diversidad genética de especies y plantas medicinales.

De los servicios indicados anteriormente, los servicios de regulación son considerados como fundamentales, debido a que dan soporte al resto de los servicios ecosistémicos (abastecimiento y culturales), esto se debe a que se relacionan directamente con el funcionamiento de los ecosistemas.

Por otro lado, la biodiversidad se encuentra influenciada por los impulsores indirectos y directos de cambio, esto son factores y procesos que subyacen a la alteración de los ecosistemas y la biodiversidad (Martín-López, 2010), los que generan presiones y cambios sobre estos (cambio en el uso del suelo, sobrexplotación, contaminación, entre otros).

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

Caracterización Social de la cuenca de Aculeo

Pintué y Rangue corresponden a las localidades más alejadas de la cabecera comunal, siendo Pintué, el centro urbano de la zona de Aculeo (con algunas entidades rurales), el que se encuentra a 22,1 km. del centro comunal.

La comunidad de Rangue, completamente rural, y Pintué que destaca por su centro urbano y la dispersión de sus entidades rurales, se caracterizan por el desarrollo agrícola y ganadero, y, además, por el turismo realizado en función del atractivo de la Laguna de Aculeo en conjunto con el Sitio Prioritario Cordón de Cantillana. Debido a la urbanización, cambio climático y sequía, estas actividades han sido fuertemente afectadas, sin embargo, su patrimonio natural, continúa siendo de importancia.

La zona destaca por su organización comunitaria y su patrimonio cultural, el que se expresa a través de artesanías, tejidos, trillas, rodeos, cosechas y, otras expresiones intangibles como el canto a lo humano y lo divino.

Arquitectónicamente destaca la casa patronal de Pintué, su iglesia y en Rangue, la capilla y la casa esquina del ex fundo Rangue. CGE abastece de energía, mientras que el agua se obtiene a través de APR. La principal ruta es la vía Miguel Letelier, por donde opera el transporte público, limitado, y por lo mismo, apoyado por el gremio de los colectivos.

En cuanto a la población, en el área rural existen de acuerdo a Censo (2017) 2.504 habitantes (79,22%) mientras que, en el área urbana, solo se registran 657 personas (20,78%). Cabe señalar que un 67,3% de la población se encuentra en el 40% más vulnerable. Las viviendas alcanzan las 1.602 y 263, rural y urbano, respectivamente.

De acuerdo al Registro Social de Hogares (RSH), existen en Pintué 2.421 personas registradas, mientras que en Rangue las personas inscritas suman 1.509. Los habitantes por sobre los 60 años en Pintué, representan el 22,7% y en Rangue un 18,5%. Los menores de 18 años en Pintué, alcanzan un 24,5% y en Rangue un 26,1%. Por otra parte, un 52,7% en Pintué, son hogares liderados por mujeres, mientras que en Rangue los hogares que lideran mujeres representan un 47,2%. En cuanto a la vulnerabilidad, un 66,9% en Pintué y 68% en Rangue, constituyen hogares que se encuentran en el 40% de mayor vulnerabilidad.

Según el RSH, en el sistema de localidades, se registran 1.811 personas con viviendas propias, con un 43,9% y un 49,6%, de representatividad entre Pintué y Rangue, respectivamente. Aquellos que arriendan, representan un 6,1% y 7,2% (Pintué y Rangue), mientras que un 47,5% en Pintué y un 41,6% en Rangue constituyen viviendas en calidad de cedida o de uso gratuito.

Por otra parte, de acuerdo al Censo 2017, la zona de Aculeo se caracteriza por tener más del 97% de viviendas tipo casa. En su área urbana este porcentaje alcanza el 100%. Sólo en el área rural encontramos un 1,62% (26 viv.) tipo choza o mediagua. La condición de materialidad de la vivienda en área urbana es en general, aceptable, representando un 53,23%; en condición recuperable se alcanza un 25,47%, mientras que viviendas irrecuperables representan un 0,38%. Cabe mencionar que un 20,91% de las viviendas no fue calificada bajo ninguna condición. En el área rural las viviendas aceptables representan un 37,07%, las recuperables alcanzan un 14,23%, mientras que las irrecuperables representan un 0,37%. Cabe señalar

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

que el porcentaje de viviendas que no fueran clasificadas en el área rural, alcanza un 48,31%.

En cuanto a las condiciones de saneamiento y según se señala en el RSH, las viviendas que obtienen el agua directamente de pozos, norias, ríos u otra fuente no potable, alcanzan un 13,4% y 14,9%, en Pintué y Rangue, respectivamente. Por otra parte, las viviendas que cuentan como sistema de eliminación de excretas un cajón, letrina o WC sobre pozo negro, acequia o que simplemente no cuenten con sistema de baño, representan el 13,4% y 18,6%, en Pintué y Rangue.

Finalmente, el Hacinamiento medio y Hacinamiento crítico promedian un 12,4%.

Sobre el Sistema de Localidades

El Sistema de localidades de la Cuenca de Aculeo está compuesto por dos núcleos principales, Pintué (urbano) y Rangue (rural); en función de éstos se estructura un conjunto disperso de pequeñas localidades, destacando entidades rurales como Bahía Catalina, Bahía El Bagre, Bocaguado, Bocaguado Centro, Bocaguado Este, Bocaguado Norte, Bocaguado Oeste, El Álamo, La Ensenada, Las Palmas, Los Bosques De Aculeo, Los Hornos De Aculeo, Los Huertos, Pintué, Playa Cartagena, Punta Gruesa, Rangue y Rincón Los Perales.

La importancia de la Laguna para la región radica en que por mucho tiempo fue uno de los cuerpos de agua naturales más grandes ubicados en la Depresión Central.

El uso de la tierra alrededor de la laguna y el uso del cuerpo de agua mismo, fue incentivándose con el tiempo, constituyendo un centro turístico y recreacional; así, distintas actividades y construcciones de tipo recreacional se fueron desarrollando en el entorno de la laguna. Sin embargo, todo el desarrollo mencionado ha decaído tras secarse la laguna. Tal situación, ha mermado los emprendimientos asociados al cuerpo de agua. La agricultura y la ganadería, pese a las condiciones negativas, se han mantenido activas, sin embargo, se han visto tremendamente perjudicadas.

33

Impresiones de la comunidad de Aculeo

De acuerdo a los talleres realizados durante las jornadas del Plan de Desarrollo Comunal, período 2020-2025, los vecinos manifestaron que vivir en la Cuenca de Aculeo, es un privilegio. Destacan por sobretodo, el entorno y la vida comunitaria; sin embargo, manifiestan también una serie de problemáticas asociadas a sus necesidades más urgentes, indicando que, desde el punto de vista territorial, el problema del agua, la sequía particularmente, es quizás la mayor afectación, y en efecto, este problema de orden global como la sequía ha traído consecuencias en el turismo, la agricultura, el consumo humano de agua de la zona.

Visión para la Zona de Aculeo

El Sistema de Localidades de la Cuenca de Aculeo se proyecta como un grupo de localidades que recupera su laguna gestionando el recurso hídrico y generando desarrollo en función del turismo enfocado en sus atractivos naturales, su identidad territorial y cultura. Su agricultura es sustentable y realiza un uso del agua adecuado para restaurar el sistema.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

Instrumentos de Planificación Territorial asociados a la presente propuesta de Humedal Urbano

A.- Plan Regulador Comunal de Paine

La comuna de Paine cuenta con 6 zonas urbanas que concentran la mayor parte de la población y el mayor porcentaje de actividades económicas, excepto la agrícola que se desarrolla, principalmente en las áreas rurales. Las zonas urbanas mencionadas, están disgregadas en el territorio comunal y en convivencia con las áreas rurales, las que son normadas por el Plan Regional Metropolitano de Santiago (PRMS).

Localidades Urbanas de la comuna de Paine

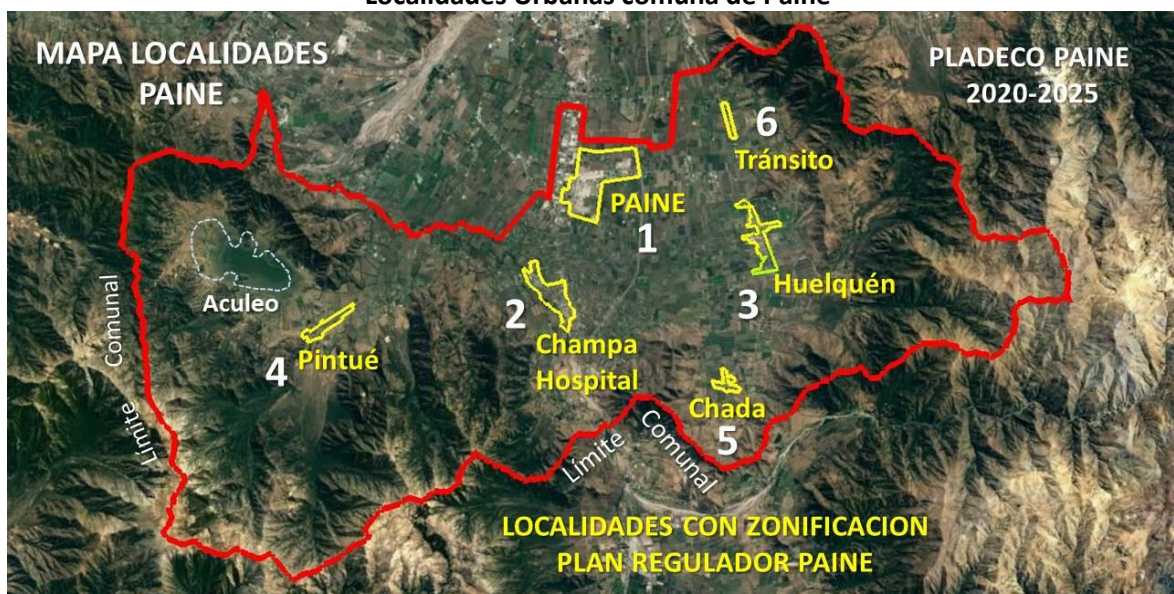
N°	Zonas Urbanas Comuna Paine	Superficie Urbana (hectáreas)	Distancia a Paine Centro (km)
1	PAINE CENTRO7	777.37	0,0
2	CHAMPA - HOSPITAL	298.72	7,9
3	HUELQUEN	231.86	13,8
4	PINTUE	118.53	22,1
5	CHADA	68.37	21,1
6	TRANSITO	50.85	12,2
	TOTAL	1.545,7	

Fuente: Secretaria de Planificación Comunal de Paine, 2020.

El área urbana donde se emplaza parte del Humedal Urbano, corresponde a la localidad de Pintué, la cual cuenta con 118,53 ha. en la comuna.

34

Localidades Urbanas comuna de Paine



Fuente: Secretaria de Planificación Comunal de Paine, 2020.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

B.- *Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS)*

El PRMS establece en su Art. 8.3.1.2. Áreas de Protección Ecológica con Desarrollo Controlado (P.E.D.C), éstas corresponden a aquellas áreas en las cuales se podrá desarrollar, además de las actividades silvoagropecuarias y/o agropecuarias, determinadas actividades de carácter urbano, en tanto se conserve las características del entorno natural, y las intervenciones que ellas generen, contribuyan al mejoramiento de la calidad del medioambiente o incrementen sus valores paisajísticos.

En el caso del humedal que se presenta y la cuenca de la que es parte, el sector corresponde a un Área de Valor Natural, de categoría Área de Protección Ecológica con Desarrollo Controlado (P.E.D.C.), reconocida por el PRMS como P.E.D.C. 6 - Sector Laguna de Aculeo. Ésta corresponde a un área de interés turístico - paisajístico emplazado en la comuna de Paine, la cual, por encontrarse dentro de un área legalmente protegida por el Ministerio de Agricultura, se deberá cautelar y reforzar el valor ambiental, turístico y paisajístico de su entorno.

En el Área de Protección Ecológica con Desarrollo Controlado correspondiente al Sector Laguna de Aculeo, se han determinado, en función de sus características geomorfológicas, dos sectores:

- Sector Valle Laguna de Aculeo: comprende el territorio que se encuentra emplazado a partir del borde de la Laguna de Aculeo, hasta la cota 400 msnm.
- Sector Pie de Monte Laguna de Aculeo: comprende el territorio emplazado sobre la cota 400 msnm., hasta la cota 600 msnm.

El PRMS al respecto, establece las siguientes indicaciones de tipo normativo.

Protección borde Laguna de Aculeo

Toda intervención que altere y/o afecte el estado natural o artificial del borde de la Laguna, deberá contar con los informes favorables de los organismos competentes, que validen la materialización de las obras de enrocado, muelles, piscinas, dragados, canalizaciones de acceso a propiedades, entre otras, las cuales deberán asegurar que dicha intervención no producirá efectos adversos tales como socavamiento y erosión del borde de la Laguna, sedimentación y alteración del nivel de las aguas, y así como afectación significativa de la vegetación flora y fauna natural. Del mismo modo, dichas obras deberán estar debidamente recepcionadas por la Dirección de Obras Municipales.

Condiciones Técnicas

PEDC SECTOR LAGUNA DE ACULEO	Superficie Predial Mínima (Hás)
Valle: Desde borde Laguna hasta 400 msnm.	1,5
Pié de Monte: Sobre cota 400 hasta cota 600 msnm.	2,0

Fuente: PRMS. Densidad Bruta Máxima de 28 hab/há., calculada respecto del total del predio del proyecto.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

Intensificación uso de suelo-sector valle Laguna de Aculeo, bajo cota 400 msnm

En el Sector de Valle de la Laguna de Aculeo, se permitirá la construcción de proyectos inmobiliarios destinados a uso residencial y/o equipamiento de acuerdo a las siguientes condiciones

Condiciones Técnico-Urbanísticas para Intensificar el Uso de Suelo en P.E.D.C.6 Valle Laguna de Aculeo

PROYECTO DESARROLLO TURÍSTICO	Superficie Predial (Hás)	ÁREA HABILITADA			
		Porcentaje Máximo de Habilitación Predial %	Porcentaje Máximo Ocupación Suelo con Edificación %	Coficiente Máximo de Constructibilidad	Altura Máxima Edificación (m)
Superficie Predial Mínima (Hás)	7	70	50.0	0.8	10.50 2 pisos
Superficie Predial Máxima (Hás)	20	70	50.0	0.8	10.50 2 pisos

Fuente: PRMS. Densidad Bruta Máxima de 28 hab/há., calculada respecto del total del predio del proyecto.

Destinaciones para áreas verdes, equipamiento deportivo y servicios

Sin perjuicio del cumplimiento de los porcentajes de cesiones que establece la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, las destinaciones para áreas verdes y equipamientos de deporte, cuyas superficies no serán imputables al porcentaje máximo de ocupación de suelo antes señalado, serán las siguientes:

- Áreas Verdes: 20% mínimo de la superficie total del predio del proyecto, deberá destinarse a área verde, la cual deberá contemplar una arborización mínima del 50% de esta superficie, todo lo cual requerirá de la aprobación de la Seremi de Agricultura, fundamentado en el informe técnico emitidos por el o los servicios competentes del Ministerio de Agricultura, según corresponda, respecto de la densidad de arborización, de especies arbóreas a utilizar y sus planes de mantención.
- Tanto el área verde como su porcentaje de arborización, deberá estar constituido al momento de la Recepción Final Municipal.
- Deportes: 5% mínimo de la superficie total del predio del proyecto.
- Equipamiento de Servicio y Comercio de escala menor o básica: 1% mínimo de la superficie total del predio del proyecto, el cual deberá construir exclusivamente dentro del área habilitada.
- Equipamiento de Servicio y Comercio de escala menor o básica: 1% mínimo de la superficie total del predio del proyecto, el cual deberá construir exclusivamente dentro del área habilitada.

Áreas de Protección Ecológica con Desarrollo Controlado



Fuente: Secretaría de Planificación Comunal de Paine, 2020.

Áreas de Protección Ecológica con Desarrollo Controlado (P.E.D.C) 6

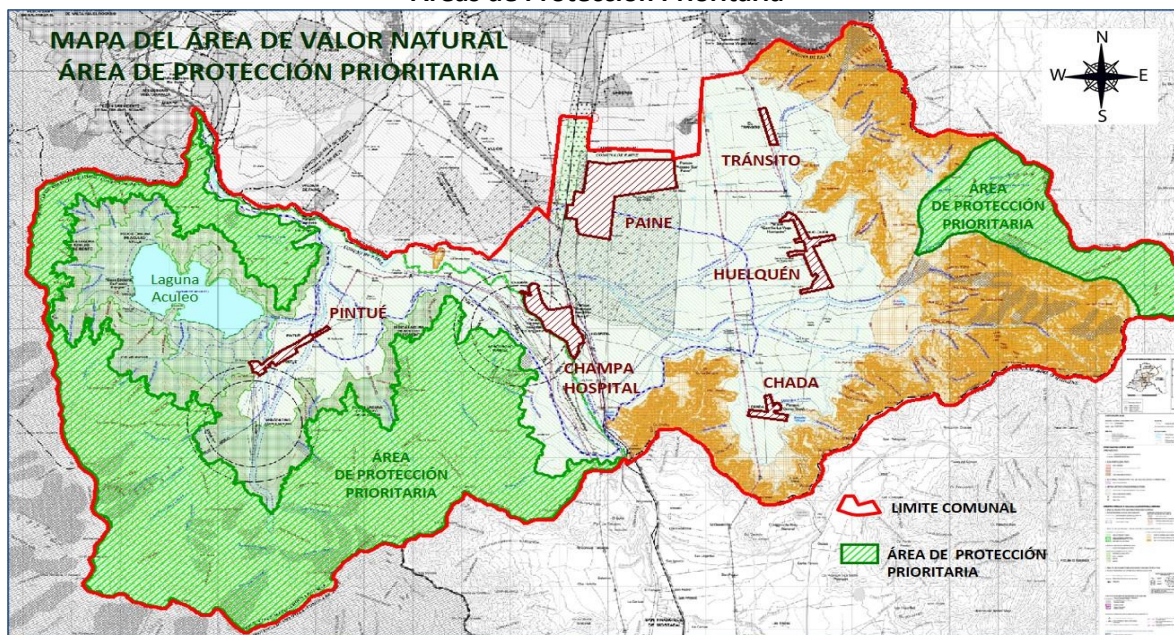


Fuente: Secretaría de Planificación Comunal de Paine, 2020.

A su vez, el PRMS en su Art. 8.3.1.4. establece Áreas de Protección Prioritaria. Estas áreas presentan ecosistemas valiosos de importancia para la biodiversidad del país únicos, recursos genéticos, paisajes de gran belleza y en general valores naturales o culturales que forman parte del patrimonio regional y nacional. Cumplen, además, función de regulación climática, inmisión de contaminantes, corredores de ventilación, corredores biológicos y espacios de intercambio de fauna. En la comuna de Paine, se identifican dos áreas: **Área de Conservación Fauna Silvestre Altos de Cantillana, Laguna de Aculeo** y, el Área de Protección Ecosistemas Vegetacionales La Vacada de Huelquén.

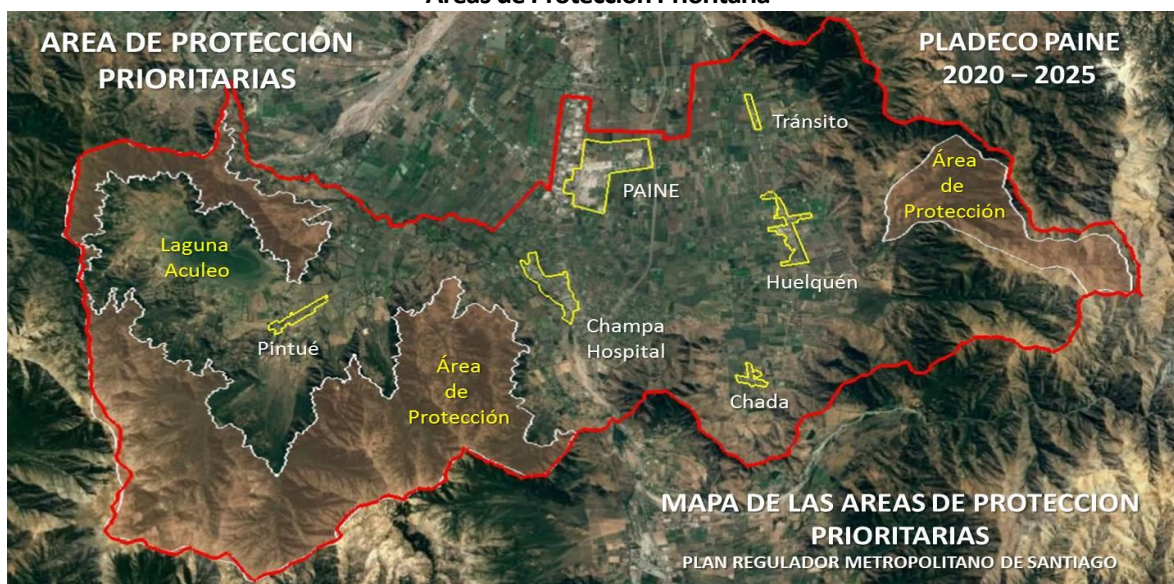
“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

Áreas de Protección Prioritaria



Fuente: PRMS, 2006.

Áreas de Protección Prioritaria



Fuente: Secretaria de Planificación Comunal de Paine, 2020.

Por otra parte, para efectos de aplicación del PRMS, de acuerdo al Art. 8.3.1.5, los humedales corresponden a áreas de pantanos o cuerpos de agua natural o artificial, permanente o estacional, que constituyen hábitat de especies de ambientes acuáticos, que presentan particularidades que en el contexto ecológico interesa conservar. En el territorio de las comunas que conforman las Provincias de

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

Melipilla y Talagante y las comunas de Buin y **Paine**, para la protección de humedales, se estará a lo dispuesto en el Decreto N°771, de 1981, del Ministerio de Relaciones Exteriores, que aprueba la “Convención sobre Zonas Húmedas de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas”, suscrito en Irán el 2 de febrero de 1971.

Conforme a la normativa vigente, el PRMS, establece que los bordes de la Laguna Acuelo y el Estero Pintué, se encuentran en “*Áreas de riesgo de inundación y protección de Cauces Naturales y Cuerpos de Agua*” conforme al Art. 8.2.1.1 punto a.1.4, las áreas afectadas por desborde de cauces de ríos y esteros y las franjas de protección por erosión y socavamiento de las riberas de dichos cauces, por acción de aguas, según lo graficado en los planos RM-PRM-02-p-pTM/cBP-1.A. y 1.C.

En relación a las franjas de protección, el instrumento de planificación territorial (IPT), de nivel metropolitano, establece que deberán tener un mínimo de 100 m de ancho adyacente y paralela a cada costado del cauce y 400 m mínimo de radio de su nacimiento. En caso que exista vegetación nativa en sus bordes, la franja de protección incorporará a aquellos que se emplacen hasta los 200 m de sus orillas. Además, se indica que estas deberán cumplir la función de espacios de recreación, corredores de ventilación y corredores biológicos de fauna.

Las franjas antes señaladas podrán disminuirse en un 30% de su ancho, fundado en un Estudio Técnico Específico de Riesgo, debidamente aprobados por la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) del Ministerio de Obras Públicas (MOP) y alcanzar hasta un 60% de su ancho, siempre que la totalidad del ancho de la franja restante se arborice conforme a un plan de Forestación aprobado de la Seremi de Agricultura, fundamentado en el Informe Técnico del el o los servicios competentes del MINAGRI, según corresponda, en el cual se señalen las especies arbóreas a utilizar, la densidad y características con que estas especies deben cumplir respecto de su tamaño y desarrollo a fin de que puedan subsistir (lo anterior aplicable a instancias Permisos de Edificación correspondiente).

En las áreas urbanas afectadas por cursos naturales de agua, la franja de protección de cauces tendrá un ancho de 50 m mínimo adyacente y paralelo medidos a cada costado del borde o del borde del cauce, según corresponda, permitiendo los siguientes usos de suelo: áreas verdes, equipamiento de esparcimiento, deporte, senderos para fines turísticos y ciclo vías, permitiendo destinar hasta un 30% de su ancho para vialidad.

Conforme a lo expuesto anteriormente, la normativa vigente define (entre ellos: las distancias mínimas de la franja de protección, el Estudios y aprobaciones necesarias para disminuir su ancho, usos de suelo, entre otras) lo anterior aplicable a instancias Permisos de Edificación correspondiente, por lo tanto, respalda la presencia del régimen hidrológico de saturación ya sea permanente o temporal que genera condiciones de inundación periódica según el PRMS en estas zonas.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

IV. FUNDAMENTO DEL HUMEDAL URBANO ESTERO PINTUÉ Y LAGUNA ACULEO

Presentación

En el marco de la ley 21.202, de la Certificación Ambiental Municipal (SCAM), Los Acuerdos Voluntarios para la Gestión de la Cuenca de Aculeo y la demanda ciudadana, es que la Municipalidad de Paine decide crear una mesa técnica, cuya misión es abordar materias referentes a humedales urbanos en la comuna. De esta manera, se encomienda a la Oficina de Gestión Ambiental y a la Secretaría de planificación Comunal y a la Dirección de OBRAS Municipales, levantar información en terreno que permita evaluar y validar la presentación de fichas técnicas a la Seremi de Medio Ambiente de la Región Metropolitana. En este caso, la Ficha técnica corresponde al humedal de la Laguna Aculeo y el Estero Pintué.

Mapa del sector de Aculeo



*Se observa la Laguna Aculeo, el Estero Pintué y el límite urbano de la localidad de Pintué.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Este informe busca exponer el trabajo realizado en la zona de estudio por el equipo municipal y argumentar la urgencia de declarar humedal Urbano la Laguna Aculeo y el Estero Pintué.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

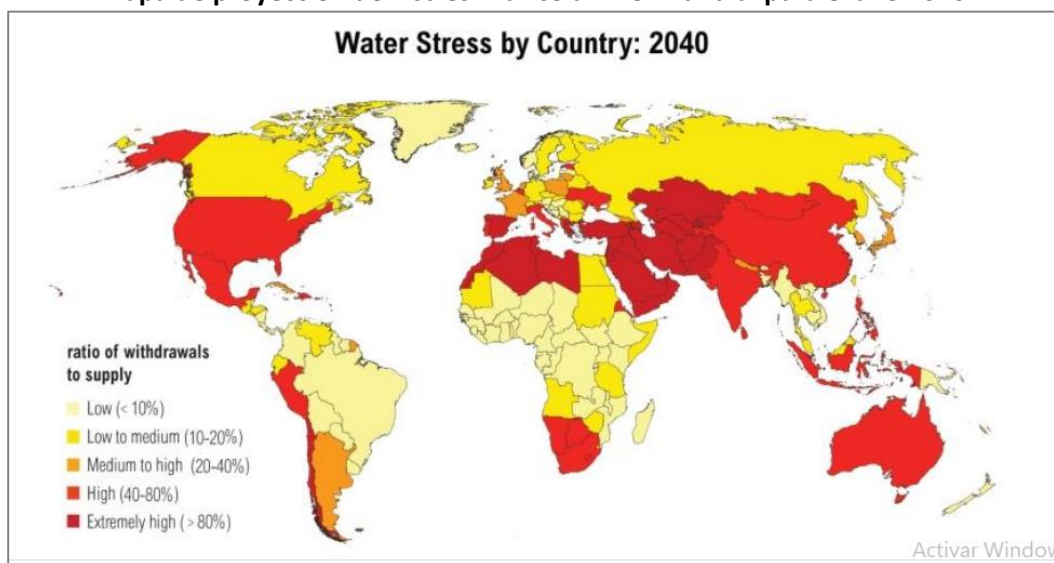
Introducción

El rápido aumento de la población mundial a fines del siglo XVIII con la llegada de la industrialización, la demanda por alimentos, energía y las ansias de los países por alcanzar el anhelado desarrollo económico, han intensificado la demanda de agua a nivel global. El estilo de vida y el modelo de consumo lineal, ha empujado hacia la cultura de lo desechable y lo descartable. Mientras los habitantes de algunos países africanos deben recorrer kilómetro en busca de agua potable para consumir, otros demandan como si se tratara de bien infinito.

Hace unas décadas atrás, los científicos hablaban del cambio climático como algo inminente. No había mucha certeza de lo que pasaría, sólo se sabía que algunas regiones del mundo sufrirían grandes inundaciones producto del aumento de las precipitaciones, mientras que otras sufrirían de grandes sequías por la falta de agua y el aumento de las temperaturas. Hoy ya existe más certeza de cuáles serán esas regiones.

Un estudio elaborado por el Instituto de Mundial de Recursos (WRI) ubicó a Chile en el puesto 24, del ranking de países con mayor estrés hídrico al año 2040, el único de Latinoamérica, junto a otros muchos países del medio oriente. Esto quiere decir, que en 20 años más la demanda de agua en Chile será muy superior a la disponible, lo cual podría provocar, entre otras cosas, el desplazamiento de la población de las zonas más afectadas por la escasez hídrica.

Mapa de proyección del Estrés Hídrico a nivel mundial para el año 2040



* El mapa muestra a Chile como uno de los países con mayor estrés hídrico para el año 2040.

Fuente: World Resources Institute (WRI), 2015.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

La megasequía en la zona central del país se viene sintiendo desde el año 2010, con una seguidilla de años con precipitaciones por debajo lo normal, que se ha traducido en una disminución de hasta un 90% en la escorrentía superficial (Garreaud *et al.*, 2017; 2019).

La Cuenca de Aculeo es una de las más afectadas por la megasequía en la zona centro-sur del país. A partir del año 2012 el espejo de agua fue disminuyendo poco a poco hasta desaparecer en el año 2018. A la escasez de precipitaciones en la zona se le sumaron otros factores, tales como la demanda de agua por la agricultura, la aparición de nuevos condominios, la extracción ilegal de agua, los desvíos de cauces y la falta de fiscalización, todos estos factores en su conjunto tienen a la Laguna Aculeo y sus alrededores, inmersa en una inestabilidad ecológica de grandes proporciones, afectando directamente a los lugareños, y por, sobre todo, a la pequeña agricultura y ganadería de la zona.

De ello surge la necesidad y urgencia de dar protección a este especial ecosistema, el cual incide directamente sobre la flora y fauna del lugar, el turismo, el desarrollo económico de la zona, los bosques nativos de sus laderas y, esencialmente a los “aculeguanos”, personas que han desarrollado su vida en la zona, para los que su entorno y calidad de vida se ven severamente amenazados hoy.

Evolución de la Laguna de Aculeo, período 2011-2019



Fuente: Google Earth Pro

Las imágenes contrastan el estado de Laguna de Aculeo. La primera imagen (izquierda) corresponde al mes de agosto del año 2011, mientras que la segunda imagen, al mes abril del año 2019.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

Definición de Humedales

Los humedales son superficies de tierra que se encuentran inundadas por agua, tanto permanente como temporalmente. Están distribuidos por todo el mundo y adquieren características físicas, químicas y biológicas de acuerdo al clima, la geología y la topografía del lugar.

Las grandes civilizaciones de la humanidad siempre se han asentado en torno a cursos de agua. La disponibilidad de este recurso es un factor esencial para el desarrollo de la vida y de las comunidades. Además, son fuente de gran biodiversidad y proveen una amplia gama de servicios ecosistémicos.

La gran multiplicidad de estos ecosistemas, dificulta enormemente su definición y clasificación, sin embargo, existen varios referentes. La convención Ramsar de 1971, es el referente por excelencia en materia de conservación de humedales. Ésta define los humedales como *“las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina, cuya profundidad en marea baja no exceda los seis metros”*. Posteriormente agrega, *“podrán comprender zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal”*. Esta definición ha sido adoptada por una gran mayoría de países, por lo menos los firmantes del tratado, lo cual favorece al catastro y clasificación de humedales en todo el mundo.

Otra definición de importancia es la utilizada por la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos (NRC 1995), quienes establecen que *“los humedales son ecosistemas que dependen de la inundación o saturación de la superficie del sustrato, ya sea constante o temporal, lo que determina las características físicas, químicas y biológicas del ecosistema”*. En esta definición, el estado del suelo del ecosistema y la vegetación hidrófila son relevantes.

Por otro lado, en nuestro país, el Ministerio de Medio Ambiente, en el Diseño del Inventario Nacional de Humedales y el Seguimiento Final (2011), propone una definición más operacional y los precisa como *“ecosistemas asociados a sustratos saturados temporal o permanentemente de agua, los cuales permiten la existencia y desarrollo de biota acuática”*.

Por último, Mitsch y Gosselink (2007), identifican 3 componentes comunes que están presentes en estos ecosistemas y que son muy útiles a la hora de delimitar humedales.

La presencia de agua en el nivel de la superficie o en la zona de la raíz.

Condiciones únicas de diferentes tipos de suelo y el resto del sustrato emergente.

La presencia de la biota característica adaptada a las condiciones húmedas (por ejemplo, plantas hidrófitas) y, por lo tanto, la ausencia de biotas intolerantes a las inundaciones.

En el caso del humedal en estudio, las condiciones del suelo hídrico fueron de importancia para su delimitación.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

Humedales Urbanos según ley 21.202

El artículo 1º de la Ley 21.202 entiende como Humedales Urbanos “todas aquellas extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina, cuya profundidad en marea baja no exceda los seis metros y que se encuentren total o parcialmente dentro del límite urbano”.

Por otro lado, el artículo 2º del reglamento de la ley, indica que un humedal que se encuentra parcialmente dentro del límite urbano es un “humedal que presenta alguna porción de su superficie dentro del límite urbano, no estando la totalidad del área contenida en él, indistintamente de su superficie”. En el caso del humedal en estudio, el límite urbano intersecta con una pequeña porción del Estero Pintué, como se puede observar en la siguiente imagen.

Mapa del sector de Aculeo, Intersección del Estero Pintué y el límite urbano



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Por su parte, el artículo 8º del Reglamento de la Ley 21.202 indica que la delimitación de los humedales deberá considerar al menos uno de los siguientes criterios:

- la presencia de vegetación hidrófita;
- la presencia de suelos hídricos con mal drenaje o sin drenaje y/o;
- un régimen hidrológico de saturación ya sea permanente o temporal que genera condiciones de inundación periódica.

En el caso del humedal en estudio, el criterio de delimitación utilizado es el suelo hídrico, ya que durante la estación de crecimiento temprana (septiembre-agosto) el suelo recupera sus características de saturación, reactivando los procesos propios de un suelo hídrico.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

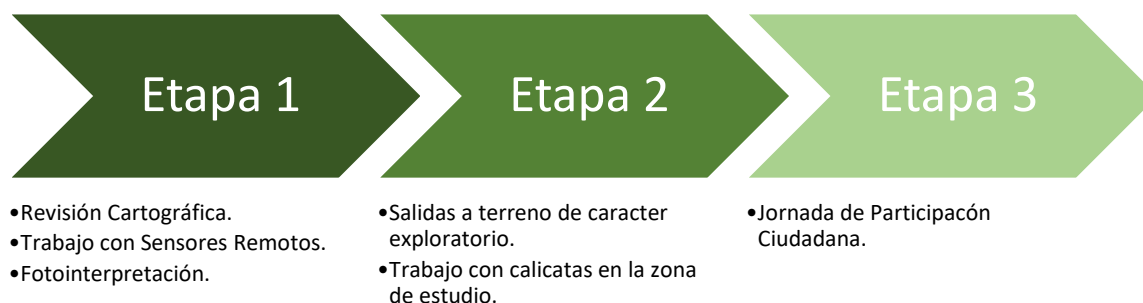
El siguiente apartado, expone la metodología de trabajo utilizada durante el año 2021, para evaluar la condición del humedal en estudio.

Metodología

A partir de la entrada en vigencia del Reglamento de la Ley 21.202 el 24 de noviembre del año 2020, la Oficina de Gestión Ambiental de la Municipalidad de Paine propone levantar una Mesa Técnica de Humedales Urbanos, con el fin de identificar y delimitar los humedales de la comuna. Dicha Mesa Técnica se concreta mediante el envío del Acta N°1, por medio del Memorándum N°154/2021 de la Dirección de Desarrollo Comunitario (DIDECO), a la Secretaría Comunal de Planificación (SECPLA) y a la Dirección de Obras Municipales (DOM), unidades municipales que, sumadas a la Oficina de Gestión Ambiental de DIDECO, conforman dicho referente técnico.

Posteriormente, y fruto de diversas reuniones, la Mesa Técnica de Humedales propone una metodología de trabajo para evaluar la Laguna de Aculeo como posible Humedal Urbano.

Esquema Metodológico Proceso de Trabajo



45

Fuente: Elaboración propia, 2022.

En una primera etapa se revisó la cartografía disponible en línea, en las distintas plataformas del Estado, entre ellas el Inventario de Humedales del Ministerio del Medio Ambiente, el límite Urbano del Plan Regulador Comunal, cartografía del Congreso y de cursos de agua disponibles en la DGA entre otros.

Asimismo, se revisaron fotografías de la laguna en distintos años con el visualizador Google Earth para comparar el espejo de la laguna en distintos años. Se realizó también un exhaustivo trabajo con sensores remotos utilizando los softwares Land Viewer y ArcGIS, donde se trabajó con imágenes satelitales y combinaciones de bandas en el espectro infrarrojo, identificado la vegetación, con el fin de obtener una ajustada delimitación de la laguna y el estero, sin embargo, la escala de trabajo de las imágenes (1:50.000) no permitió obtener un límite con la precisión deseada.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

Laguna de Aculeo en el espectro infrarrojo



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Por lo anteriormente señalado, se decidió realizar una fotointerpretación del límite de la laguna y el estero, con una imagen satelital de buena resolución, correspondiente a un año de precipitaciones normales, con el fin de obtener un límite de la laguna en su nivel máximo.

Así, se utilizó el programa Google Earth y la imagen satelital del año 2006 de Aculeo para realizar la fotointerpretación. De esta manera se pudo trabajar a escala 1:2.000 y 1:5.000, obteniendo un resultado más fidedigno del límite de la laguna. Posteriormente los vértices del polígono (4.000 aprox.), así como el cálculo de superficie, fue trabajado en el software libre QGIS.

En una segunda etapa, se realizaron salidas a terreno de carácter exploratorias, con el fin de efectuar transectas, evaluar el estado del humedal y tomar puntos de control.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

Mapa de las transectas y puntos de control tomados en la salida a terreno de carácter exploratoria al Estero Pintué, en agosto del año 2021.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

Mapa del recorrido realizado en salida a terreno de carácter exploratorio a la Laguna de Aculeo en diciembre del año 2021.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

De la misma manera, se efectuaron salidas a terreno para realizar calicatas, tanto en la laguna como en el sector del estero, con el fin de observar el estado del suelo. Esta etapa es desarrollada con mayor detalle en el punto referido a las Calicatas

Finalmente, y en una tercera etapa se realizó una jornada de participación ciudadana, de aforo reducido en la sede de Dideco Pintué, donde se convocó a representantes de las organizaciones de la sociedad civil y de juntas de vecinos del sector de Aculeo. Dicha jornada se llevó a cabo el día 21 de octubre del año 2021 y contó con la presencia del Alcalde y de otras autoridades municipales.

En esta jornada se expuso respecto de la implicancia de la Ley 21.202, de los requisitos para la declaración de Humedal Urbano, los criterios de delimitación de los humedales y respecto a los criterios mínimos para la sustentabilidad de estos ecosistemas, entre otras cosas. También se presentó la metodología de trabajo propuesta y la información recopilada en terreno. Al final de la jornada se resolvieron dudas y recogieron opiniones de los asistentes.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

Jornada de Participación Ciudadana Proceso Declaratoria de Humedal Urbano

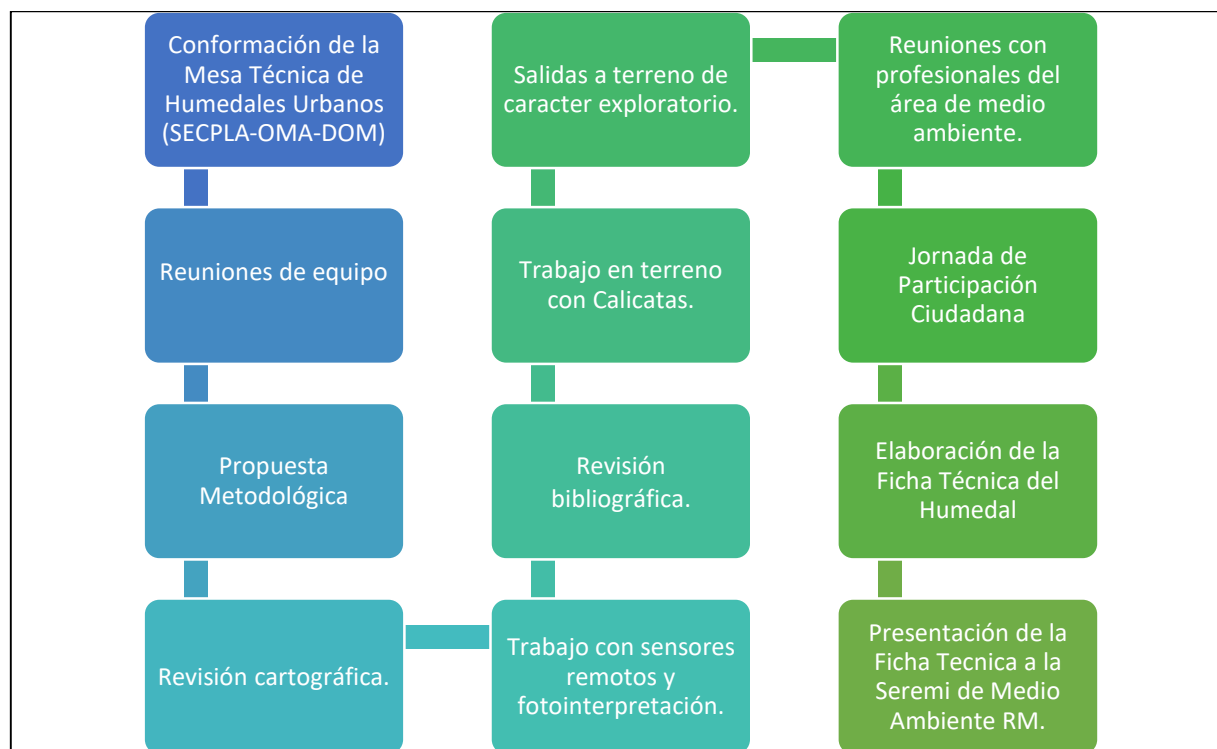


Fuente: propia, 2022.

La siguiente figura resume las acciones realizadas por el municipio para abordar el humedal en estudio, desde la conformación de la Mesa Técnica de Humedales Urbanos, hasta la presentación de la ficha técnica a la Seremi de Medio Ambiente de la Región Metropolitana.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

Esquema resumen de las acciones realizadas por el municipio para trabajar el humedal del Estero Pintué y la Laguna Aculeo



Fuente: Elaboración propia, 2022.

50

Finalmente, corresponde mencionar que durante todo el proceso se sostuvieron reuniones internas de equipo, así también con profesionales de otros organismos del Estado y académicos con conocimiento en la materia; además se revisaron textos, informes técnicos y publicaciones que pudieran aportar a la comprensión de la zona de estudio.

Calicatas y trabajo en terreno

Una parte importante de la metodología de trabajo tiene -relación con las salidas a terreno para realizar calicatas, tanto en el Estero Pintué como en la Laguna de Aculeo.

El día 30 de agosto de año 2021 se realizó una salida a terreno con el fin de realizar calicatas en el cruce del límite urbano con el Estero Pintué. Esta zona se denominó “Zona 0”, pues es la zona que proporciona la categoría de humedal urbano al ecosistema en estudio.

En trabajo de gabinete se trazaron 4 puntos para realizar las calicatas, el puente Pintué fue una referencia y punto de partida. Así, la primera calicata se demarcó debajo del puente y luego con una equidistancia de 100 metros se demarcaron dos más estero abajo y una, estero arriba.

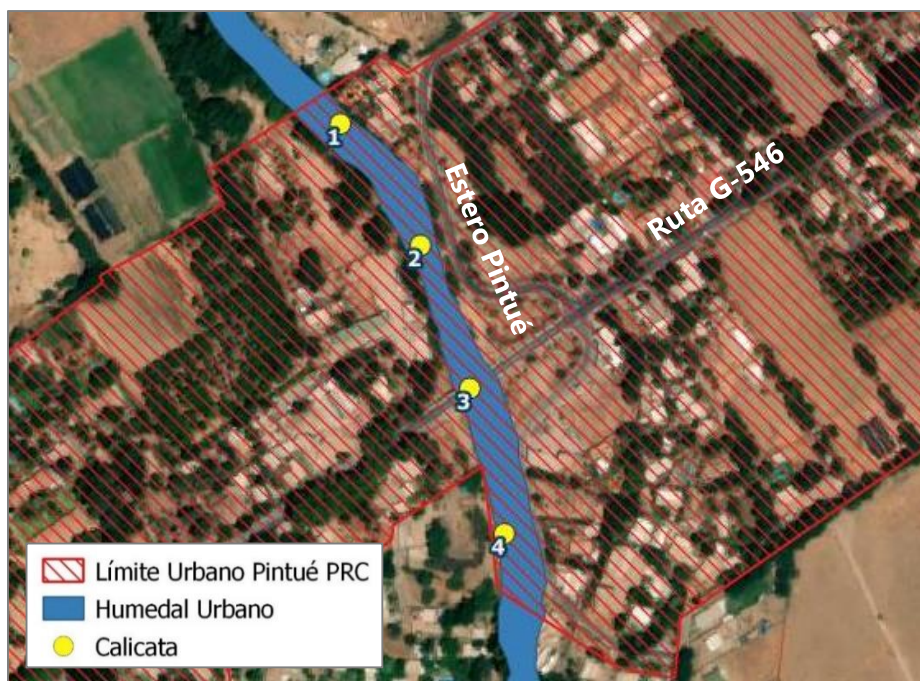
“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

Zona 0, correspondiente al cruce entre el límite urbano y el Estero Pintué



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Ubicación de las 4 calicatas realizadas en la zona 0



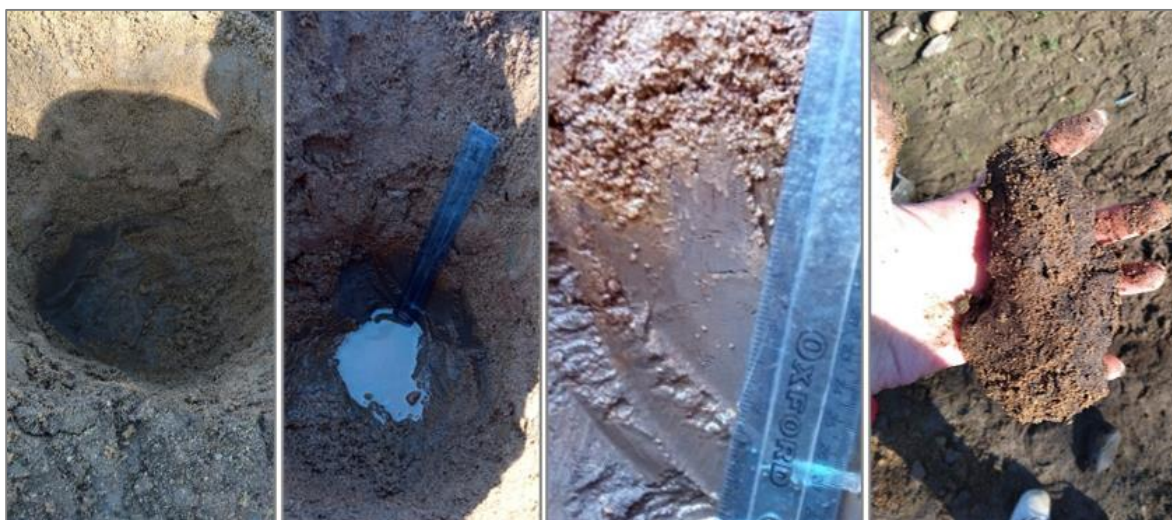
Fuente: Elaboración propia, 2022.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

Las calicatas realizadas en la Zona 0, no superaron los 50 cm. de profundidad, siendo la más representativa de la muestra, la calicata N° 4, donde se identificó un suelo arcilloso de color plomizo oscuro y un suelo saturado de agua a los 50 cm. de profundidad.

Las siguientes imágenes corresponden a las fotografías tomadas en la calicata N° 4 el día 30 de agosto del año 2021. En los 30 primeros cm. de profundidad del suelo, se puede observar una capa de sedimentos arenosos; de los 30 a los 50 cm. de profundidad, un suelo oscuro, arcilloso y moldeable; y a los 50 cm. de profundidad la surgencia de agua, que indica la presencia de suelo hídrico. Además, se identifica un olor característico de suelos saturados.

Secuencia de Fotografías de la calicata n° 4, realizada en la Zona 0, el día 30 de agosto del año 2021.



Fuente: propia, 2021.

Los suelos de las calicatas N° 1, 2 y 3, mostraron principalmente suelos arenosos y una baja presencia de material arcilloso.

La tabla a continuación muestra el resumen de las 4 calicatas realizadas en la Zona 0, con sus respectivas coordenadas.

Resumen de las calicatas realizadas en la Zona 0

N° calicata	Presencia de agua	Presencia de suelo color plomizo arcilloso	Dentro del límite urbano	Coordenada X	Coordenada Y
1	No	SI	SI	325929,86	6250292,12
2	No	SI	SI	325983,35	6250210,96
3	No	SI	SI	326016,26	6250115,28
4	SI	SI	SI	326039,31	6250018,17

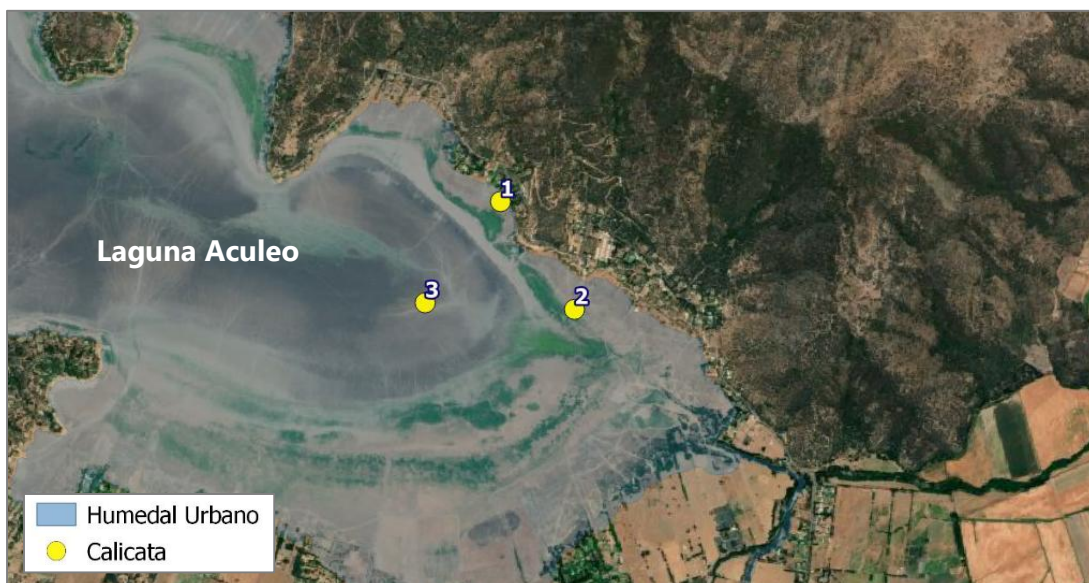
Fuente: Elaboración propia, 2022.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

El día 17 de diciembre del año 2021, se realiza una segunda salida a terreno, esta vez al lecho de la Laguna de Aculeo, con el fin de realizar calicatas en el lugar.

En el sector se realizan 3 calicatas, unas periféricas y otra más céntrica. Inicialmente se esperaba hacer las calicatas en línea recta, sin embargo, no fue posible debido a la inestabilidad del terreno y la presencia de terrones de arcilla fracturados.

Ubicación de las calicatas realizadas en la Laguna Aculeo el día 17 de diciembre del año 2021.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

De las calicatas realizadas por el equipo municipal, es posible indicar que:

- Las calicatas N° 1 y 2 ubicadas en la parte más periférica de la laguna, se encuentran con un menor grado de humedad en comparación con la calicata N° 3 ubicada en la parte más céntrica de la laguna.
- La calicata N°3 presenta humedad a los 20 cm. de profundidad, encontrando un suelo arcilloso, oscuro y moldeable, como se aprecia en la imagen más abajo.
- Por su parte, la calicata N°2 presenta a mayor profundidad un menor grado de humedad, en comparación a la calicata N°3.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

Resumen de las calicatas efectuadas en el lecho de la Laguna de Aculeo

Nº calicata	Presencia de agua	Presencia de suelo color plumizo arcilloso	Dentro del límite urbano	Coordenada X	Coordenada Y
1	No	No	No	324549,18	6253489,51
2	No	No	No	324940,20	6252920,46
3	No	SI	No	324150,22	6252955,19

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Calicata Nº3 realizada en la Laguna de Aculeo.



Fuente: Elaboración propia, 2021.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

Calicata N°2 realizada en la Laguna de Aculeo



Fuente: Elaboración propia, 2021.

Durante la misma salida a terreno (17 de diciembre 2021) se visitó nuevamente la Zona 0. Se identificó la calicata N°4, aquella que hace cuatro meses atrás aprox. (30 de agosto 2021) presentaba agua a los 50 cm. de profundidad. Dicha calicata se profundizó a unos 80 cm., encontrando un alto grado de humedad y un suelo de color oscuro y arcillosos, pero sin señales de agua.

55

Calicata n°4 realizada en la Zona 0 el día 17 de agosto 2021



Fuente: Elaboración propia, 2021.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

Justificación a la propuesta de Declaratoria de Humedal Urbano, Ley 21.202 (2020)

La reciente Ley de Humedales N° 21.202 de 2020 que modifica diversos cuerpos normativos con el objetivo de proteger humedales urbanos, es sin duda, uno de los instrumentos legales más potentes a la hora de definir protección ambiental sobre uno de los ecosistemas más frágiles y vulnerados.

La Ley de Humedales, señala que “todo instrumento de planificación territorial deberá incluir los humedales urbanos existentes en cada escala territorial en calidad de área de protección de valor natural, para efectos de establecer las condiciones bajo las que deberán otorgarse los permisos de urbanizaciones o construcciones que se desarrollen en ellos” (Ley N° 21.202, 2020). Esta obligación, debe ser plasmada en el Plan Regulador Comunal (PRC), que en Paine iniciará su actualización durante el año 2022.

Una de los hechos más claros y visibles de que estamos en una crisis hídrica con graves consecuencias en lo ambiental, social y económico, es justamente la Laguna de Aculeo y los cursos de agua que se relacionan con ella. De acuerdo a Alaniz et al (2019), se trata del colapso del mayor ecosistema de agua dulce en la zona metropolitana de Chile Central. En el Informe del Estado del Medio Ambiente (2020), se señala que en el periodo 2000-2019 la mayor parte de los lagos del país evidencia una merma en su nivel promedio de agua, a excepción de los lagos Villarrica, Ranco y El Toro, cuya altura se mantiene a lo largo de los años, experimentando sólo diferencias estacionales, sin embargo, en la Región Metropolitana de Santiago, la Laguna de Aculeo constituye un caso particularmente serio debido a que desde el año 2015 reporta una altura igual a 0.

El daño es enorme. Con impacto en la calidad de vida de los habitantes debido a la pérdida de servicios ecosistémicos como el control de clima y sus consecuencias en el aumento de la temperatura; calidad y cantidad del recurso hídrico afectando en la provisión del recurso para uso agrícola y consumo humano; además de los impactos en el sector turístico y recreacional, el desecamiento de la Laguna de Aculeo, es ejemplo, en parte, de la baja planificación del territorio, integral y sustentable. La delicada situación no sólo afecta a la laguna en particular, sino que se extrapola también a los cursos de agua, incluso de aquellos que tributan en ella, como es el caso del estero Pintué, principal afluente de la laguna.

Las consecuencias van más allá de lo ocurrido en la laguna. El Informe del Estado del Medio Ambiente (2020), señala que el año 2019 todos los ríos reportados por la Dirección General de Aguas (DGA), 19 en total, presentan caudales inferiores a sus promedios históricos; dentro de ellos, el Río Maipo del cual es afluente el estero Angostura que recibe aportes del estero Santa Marta o Aculeo. Así, el estero Angostura, si bien aún registra agua, no queda exento de los impactos que origina la sequía, el cambio climático, la urbanización y agricultura, más aún considerando que en años secos, presenta un caudal relativamente bajo y constante, explicado principalmente por el gran número de canales de regadío que extraen las aguas de sus afluentes, estero Paine y Río Peuco (DGA, 2004).

En los talleres realizados en el contexto del Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) de la comuna de Paine, se manifestó la preocupación por la disminución del caudal y los efectos en la agricultura, manifestando la urgencia por tomar medidas que llevarán a proteger los ecosistemas.

Una de las alternativas de protección de áreas como la Laguna de Aculeo con su afluente el estero Pintué y, el estero Angostura, es la opción de Declaratoria de Humedal Urbano, bajo el amparo de la Ley 21.202.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

La aprobación otorgada por el Ministerio de Medio Ambiente, permitiría a la Laguna de Aculeo y su afluente, el estero Pintué, trabajar sobre los criterios mínimos para la sustentabilidad del ecosistema, para el resguardo de sus características ecológicas y su funcionamiento, y la mantención del régimen hidrológico, tanto superficial como subterráneo, integrando las dimensiones sociales, económicas y ambientales.

Los largos períodos de sequía y la disminución de precipitaciones, hacen necesario tomar medidas de corto, mediano y largo plazo y, de manera colectiva, asumir compromisos que permitan la conciliación de los diversos usos del agua de manera justa. Al respecto, una de las primeras medidas para trabajar tomadas a nivel central, son los decretos de escasez hídrica.

Los decretos de escasez hídrica, emanados por la Presidencia de la República, comenzaron a implementarse a nivel nacional, el año 2008, con el objeto de proveer a usuarios del agua, y a la población en general, de herramientas que les permitieran distribuir de mejor manera, el recurso en aquellas localidades donde escasea. Las medidas que define el Decreto de Escasez pueden contemplar, la limitación de autorizaciones para extracción de agua, la redistribución del recurso entre usuarios de una cuenca hasta la entrega de fondos de emergencia a la población afectada. Los decretos son emitidos cuando se cumplen criterios que permiten verificar la condición de sequía en una determinada zona, éstos se vinculan con los parámetros objetivos de tipo hidrológico, como son el índice de precipitación estandarizada (IPE) y el índice de caudales estandarizados (ICE), que considera diferentes caudales dependiendo de la zona (Ministerio de Medio Ambiente, 2020).

En Paine, desde el año 2019 se registran cinco decretos de escasez hídrica, siendo el último, el Decreto N° 205 publicado el 16 de noviembre de 2021. Dicho decreto concluyó que en la comuna de Paine se cumplía, a la fecha, la condición establecida en el numeral 6.a de la resolución DGA N° 1674 (2012), que establece nuevos criterios para calificar épocas de extraordinaria sequía. En el caso de las precipitaciones, el IPE establecido de -1,68 es menor al índice límite definido en dicha resolución, equivalente a -0,84 (Ministerio de Obras Públicas, 2021); por otra parte, en tanto el ICE indicado para la comuna de -1,73, es menor al índice límite definido en la estación analizada de -0,84, aplica la necesidad de decretar zona de escasez hídrica en la comuna, el cual se establece por un período de seis meses, no prorrogables, a contar del día 7 de octubre de 2021.

La Laguna de Aculeo -en conjunto con el estero Pintué-, constituyen sistemas frágiles que caben en la categoría de humedales urbanos, impactados por las condiciones de sequía expuesta, el cambio climático, la urbanización y la agricultura, los cuales tienen urgencia de protección.

No es sólo el impacto directo o más visible de una laguna seca o un estero de caudales bajos, es sobretodo entender que la pérdida de estos espacios “verdes y azules” de inmenso valor ecológico para la comuna, constituyen un perjuicio y disminución de “una red interconectada de espacios verdes y azules que conservan las funciones y valores de los ecosistemas naturales, que además proveen beneficios asociados a la población humana” (Vasquez, 2016, p. 65).

Sitios de gran valor ambiental en la comuna como los mencionados, pueden contribuir al desarrollo local si son eficientemente gestionados. Es por ello que el reconocimiento para incorporarlos a la planificación comunal, como, por ejemplo, los asociados a humedales urbanos, es una tarea que la Municipalidad

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

vislumbra como prioritaria y como una oportunidad para trabajar sobre el desarrollo local en un territorio intervenido por el crecimiento urbano y sobre el cual, la planificación ha sido escasa.

El bienestar humano y el avance hacia el desarrollo sostenible dependen fundamentalmente de un mejor manejo de los ecosistemas de la tierra para poder asegurar la conservación y utilización sostenible de éstos. Pero, al mismo tiempo que crecen las demandas por los servicios prestados por los ecosistemas, como los alimentos y agua pura, las actividades humanas disminuyen la capacidad de muchos ecosistemas para satisfacer tales demandas. Llevar a cabo intervenciones adecuadas en materia de planificación y manejo de recursos, por lo general, permite revertir la degradación de los ecosistemas y aumentar el aporte que éstos hacen al bienestar humano; no obstante, para saber cuándo y cómo intervenir se necesita un conocimiento sustancial de los sistemas ecológicos y sociales involucrados.

La Laguna de Aculeo aparece mencionada en los Libros Rojos de Flora y Fauna, y en el Libro Rojo de Sitios Prioritarios para la Conservación de la Diversidad Biológica en Chile, en conjunto con la zona de Altos de Cantillana como “Prioridad 1, Urgente”, en la Estrategia de Biodiversidad, en el Plan Regulador Metropolitano de Santiago, y si bien, no presenta los niveles históricos de antaño, constituye un ecosistema que, en conjunto con el estero Pintué, esta Municipalidad y la comunidad, solicitan su protección para iniciar un proceso de conservación.

De acuerdo al estudio Balance Hídrico de la cuenca de Aculeo, el estado de la Laguna de Aculeo se debe a que la precipitación de la última década (2010-2018) fue aproximadamente un 38% menor que el promedio histórico, mientras que el consumo de agua aumentó en aproximadamente un 23% desde la década de 1990. Si bien la agricultura es el principal consumidor del recurso en la cuenca (75%), sus consumos no han aumentado en las últimas décadas. El aumento del consumo de agua se puede asociar en parte al aumento de parcelas de agrado y condominios.

58

Los resultados del análisis realizado en el señalado estudio, indican que el estado de la Laguna de Aculeo se debe al efecto conjunto de la sequía y el consumo hídrico de la cuenca, siendo la sequía el factor más relevante. Frente al escenario en que no se produce aumento de consumo de agua, es decir, manteniendo los consumos previos al año 2006 (antes del crecimiento inmobiliario y de los cultivos de frutales), es muy probable que el efecto de la sequía hubiese causado la desaparición de la Laguna de Aculeo (Barría et al, 2019).

La reducción o desaparición de la Laguna de Aculeo tiene importantes efectos en términos económicos, sociales y ambientales tanto para sus habitantes, como para las personas que concurren a la localidad. Los meses más críticos para el abastecimiento de agua potable coinciden con el inicio de la temporada de riego de los predios agrícolas, desde octubre hasta abril, en este período se producen cortes de suministro y se implementan los sistemas alternativos de abastecimiento, afectando a un porcentaje importante de la población de Aculeo. El costo de abastecimiento de agua para la población mediante sistemas alternativos se asocia a la contratación de camiones aljibe y a la adquisición de agua envasada principalmente para bebida. Se considera además que en una situación crítica la población tendería a reducir su consumo de agua.

La recuperación de la Laguna de Aculeo podría aportar agua para la producción agrícola, permitiendo hacer efectivos los Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA) superficiales sobre este cuerpo lacustre. La

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

conservación de los ecosistemas existentes en la cuenca de Aculeo se relaciona con el nivel del acuífero y la existencia de la laguna. Así, el sistema hídrico del área de estudio tiene la capacidad de abastecer los diversos sistemas vegetacionales existentes en ella, permitiendo la existencia de diferentes hábitats de especies de fauna, vegetación y flora.

Por otra parte, la cuenca de Aculeo se caracteriza por poseer una vegetación que, si bien es común dentro de Chile, es considerada singular y única a nivel mundial, de este modo en el área de estudio predominan la vegetación de tipo Bosque Esclerófilo Mediterráneo Andino y Bosque Caducifolio Mediterráneo Costero, detallados en apartados anteriores. En cuanto a la fauna existente en la cuenca podemos señalar que en el Cordón de Altos de Cantillana existen al menos 163 vertebrados terrestres de las cuales 3 son anfibios, 11 reptiles, 7 aves y 4 mamíferos, correspondiendo a un 15% endémicas de Chile, de los cuales podemos citar lagarto gruñidor de valeria (*Pristidactylus valeriae*) y la araña imitadora del hormigón dorado (*Atomosphyrus tristiculus*). En la zona montañosa baja, donde predomina el matorral esclerófilo, se encuentra la lagartija oscura (*L. fuscus*), endémica, en categoría “fuera de peligro”, la lagartija de monte (*L. monticola*), endémica y en categoría de “vulnerable”, la lagartija lemniscata (*L. lemniscatus*). También la zona de matorral hasta casi los 2.300 m de altura es zona de refugio de las dos especies de culebras de cola larga (*Philodryas chamissonis*) (Chile Bosque, 2011 en Silva, 2017).

Consideraciones Finales

- De acuerdo a las calicatas realizadas en terreno, toma fuerza lo indicado por el profesor Juan Pablo Fuentes Espoz⁸ de la Universidad de Chile, quien indica que las calicatas deben realizarse en la estación de crecimiento temprana, entre agosto e inicios de septiembre, considerando el desplazamiento de las lluvias en la zona. En dichas fechas, aumenta la probabilidad de encontrar zonas saturadas de aguas.
- Por otro lado, entendiendo que la Laguna de Aculeo almacena aguas superficiales, provenientes de la escorrentía superficial, es importante mencionar que, según el Análisis del Balance Hídrico en la Cuenca , Laguna de Aculeo 2020, *“el desbalance hídrico en la cuenca Laguna de Aculeo se debe a que la precipitación de la última década (2010-2018) es aproximadamente un 38% menor que el promedio histórico, mientras que el consumo de agua ha aumentado en aproximadamente un 16,5% desde la década de los '90.”*
- El Estudio Análisis del Balance Hídrico en la Cuenca Laguna de Aculeo 2020, también indica que incluso con la demanda de agua actual en la zona, pero sin el evento de Megasequía que afecta a la zona centro-sur del país, la Laguna de Aculeo no se habría secado. Por lo tanto, el estado actual de la Laguna se debe a un evento puntual sin precedentes, que no puede quitarle su condición de humedal.
- El suelo hídrico que presenta la Laguna de Aculeo y el Estero Pintué se formó bajo condiciones anaeróbicas o bien de saturación del suelo. En la actualidad dicho suelo se encuentra drenado por los motivos ya mencionados, sin embargo, originalmente se formó en condiciones de saturación, por lo que, si las condiciones de saturación volvieran a ocurrir, las reacciones químicas de reducción, que normalmente operan en suelos hídricos, volverían a aparecer.

⁸ Profesor asociado de la Facultad de Ciencias Forestales y de la conservación de la naturaleza. Universidad de Chile.

V. IDENTIFICACIÓN DEL RÉGIMEN DE PROPIEDAD Y DE LA EXISTENCIA DE ÁREAS AFECTADAS A UN FIN ESPECÍFICO POR LEY EN EL O LOS PREDIOS EN LOS QUE SE EMPLAZA EL HUMEDAL RESPECTO DEL CUAL SE SOLICITA EL RECONOCIMIENTO.

El Código de Aguas establece en su art. 35 que “Álveo o lecho de los lagos, lagunas, pantanos y demás aguas detenidas, es el suelo que ellas ocupan en su mayor altura ordinaria. Este suelo es de dominio privado, salvo cuando se trate de lagos navegables por buques de más de cien toneladas”.

Po otra parte, de acuerdo al Ord. 798 del 30 de agosto de 2018 del SEREMI de Medio Ambiente de la Región Metropolitana de Santiago, sobre la situación ambiental de la Laguna de Aculeo, en 1978 el Ministerio de Tierras y Colonización, establece que la Laguna de Aculeo es un bien nacional de uso público. En 1988 y en respuesta a consultas del propietario José Letelier, la SEREMI de Bienes Nacionales establece que “el cauce de la laguna no es un bien nacional de uso público”, ratificando esta conclusión en noviembre de 1990. En abril de 1994 un oficio de la Dirección de Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR) dictamina que “la laguna no es navegable por buques de 100 toneladas”.

Sin embargo, mediante Ord. N° 60/2015 de fecha 04 de noviembre de 2015, el Conservador de Bienes Raíces (CBR) de Buin, en respuesta al Gobernador de Provincia de Maipo, informa que, revisados los antecedentes sobre Registros de Propiedad, no existe constancia de inscripciones respecto al álveo de la Laguna de Aculeo. Por otra parte, el CBR de Buin, informó al 2° Juzgado de Letras de Buin en el año 2005 la imposibilidad de realizar la inscripción de terrenos a favor de privados en la Laguna de Aculeo; en tanto lo anterior, se concluye que la Laguna de Aculeo corresponde a **un Bien Nacional de Uso Público.**⁹

⁹ Para mayores antecedentes remitirse al respectivo anexo Expediente Causa Rol. V13-06 del 2° Juzgado de Letras de Buin.

BIBLIOGRAFÍA

Antinao et al, 2003. Peligro de Remociones en Masa e Inundaciones de la Cuenca de Santiago. Servicio Nacional de Geología y Minería, Santiago.

Barría, P., Hito 2 Proyecto FIC-R 2017 código BIP 40002646-0, 2017. Caracterización del Consumo Hídrico y del Sistema Hidrogeológico en la Cuenca de Aculeo, Determinación de Posibles Soluciones y Campaña de Educación Ambiental “Modelación Hidrológica Superficial de la Cuenca de la Laguna de Aculeo”.

Barría, P. et al, 2021. Gestión del agua o megasequía: ¿qué provocó el secado del lago chileno Aculeo?. Cambio ambiental regional, v. 21 ,.1 pp. 19. doi: 10.1007/s10113-021-01750-w

Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, 2015. Informe a la Nación. La megasequía 2010-2015: Una lección para el futuro. Obtenido desde <https://www.cr2.cl/wp-content/uploads/2015/11/informe-megasequia-cr21.pdf>

Dirección General de Aguas (DGA). Estadísticas estaciones DGA. Obtenido desde <https://dga.mop.gob.cl/servicioshidrometeorologicos/Paginas/default.aspx>

Dirección General de Aguas, 2020. Resolución 16 Declara Zona de Prohibición para nuevas Explotaciones de Aguas Subterráneas en el Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común denominado Laguna de Aculeo, ubicado en la Provincia de Maipo, Región Metropolitana de Santiago.

ERIDANUS, 2016. Balance Hídrico Laguna de Aculeo. Monitoreo Ambiental de Ecosistemas Acuáticos Estratégicos – Laguna de Aculeo. Estudio presentado a la SEREMI de Medio Ambiente, Región Metropolitana.

Fariña, J.M., y Camaño, A., 2012. Humedales costeros de Chile. Aportes científicos a su gestión sustentable. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile.

Garreaud, R. D., Alvarez-Garretón, C., Barichivich, J., Boisier, J. P., Christie, D., Galleguillos, M., LeQuesne, C., McPhee, J., and Zambrano-Bigiarini, M.: The 2010–2015 megadrought in central Chile: impacts on regional hydroclimate and vegetation, Hydrol. Earth Syst. Sci., 21, 6307–6327, <https://doi.org/10.5194/hess-21-6307-2017>, 2017.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2017. Censo de Población y Vivienda.

Ministerio de Desarrollo Social y Familia. Registro Social de Hogares.

Ministerio de Medio Ambiente, 2020. Ley 21.202, Modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos. (Publicación: 23 ENERO 2020).

Ministerio de Medio Ambiente, 2020. Decreto Nº15, Establece Reglamento de la Ley Nº 21.202, que modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos (publicación: 24

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

noviembre 2020).

Ministerio de Obras Públicas (MOP), 2010. Minuta DCPRH N° 215. Propone y justifica la modificación del monitoreo de calidad de aguas realizado por la DGA en la Laguna de Aculeo.

Ministerio de Medio Ambiente, 2020. Modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los Humedales Urbanos.

Ministerio de Obras Pública, 1987. Operación Parcial de la Red Nacional Mínima de Control de Lagos: Estudio Limnológico de la Laguna de Aculeo, Región Metropolitana.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Texto refundido y sistematizado Ordenanza Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS). Documento de Trabajo - No Oficial

Mitsch W & G. Gosselink, 2007. Wetlands. Fourth edition, John Wiley & Sons
Ministerio de Medio Ambiente, 2011. Diseño del inventario nacional de humedales y el seguimiento ambiental. Centro de Ecología Aplicada, Santiago.

Municipalidad de Paine, 2015. Plan Regulador Comunal de Paine.

Municipalidad de Paine, 2020. Plan de Desarrollo Comunal de Paine, período 2020-2025.

Nasi, C. y Thiele, R. 1982. Estratigrafía del Jurásico y Cretácico de la Cordillera de la Costa, al sur del Río Maipo, entre Melipilla y Laguna de Aculeo (Chile Central). Revista Geológica de Chile N°. 16, p. 81-99, 5 figs.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL, et al. Wetlands: Characteristics and boundaries. National Academies Press, 1995. Inc., New York, USA.

Rivas, C., 2019. Análisis Multicriterio para la Recuperación de la Laguna de Aculeo. Proyecto de grado presentado como parte de los requisitos para optar al grado de Magíster en Gestión y Planificación Ambiental. Programa Interfacultades, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile, Santiago.

Secretaría de la Convención de Ramsar, 2006. Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 4a. edición.

Silva, P., 2017. Evaluación del Sistema Socio-Ecológico de la cuenca de Aculeo en la comuna de Paine, Región Metropolitana. Tesis para optar al grado de Magíster en Gestión y Planificación Ambiental. Programa Interfacultades, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile, Santiago.

Tapia, C., 2021. El Antropoceno observado a través de la influencia de los cambios de uso y cobertura del suelo en los ecosistemas de Chile Central entre 1975 y 2020. Memoria para optar al título profesional de Geógrafa. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile, Santiago.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

Universidad de Chile, 2020. Análisis del balance hídrico en la Cuenca Laguna de Aculeo. Aprendizajes para la gestión de recursos hídricos frente a la escasez hídrica. Desarrollado por Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, UCH; Grupo Internacional de Investigación Hidrológica. Editora e imprenta Maval SpA.

World Resources Institute, 2003. Ecosistemas y Bienestar Humano: Marco para la Evaluación. Resumen. Informe del Grupo de Trabajo sobre Marco Conceptual de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio, Washington DC.

World Resources Institute, 2015. Aqueduct Projected Water Stress Country Rankings, Authors: Tianyi Luo, Robert Samuel Young and Paul Reig.

2° Juzgado de Letras de Buin. Expediente Causa Rol. V13-06.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”

ANEXOS

Registro de Temperaturas Medias Mensuales Estación Acuelo, período 1989-2020.-

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”



Temperaturas Medias Mensuales (C)
PERIODO: 01/01/1989 - 31/01/2020

Estación: LAGUNA ACULEO

Código BNA: 05716005-5

Cuenca: RÍO MAIPO

SubCuenca: Río Maipo Medio (Después Colorado antes Mapocho)

Altitud (msnm): 360

Latitud S: 33° 53' 09"

Longitud W: 70° 52' 39"

UTM Norte (mts): 6248925

UTM Este (mts): 326369

Área de Drenaje (km2): 0,00

AÑO	ENE	I	FEB	I	MAR	I	ABR	I	MAY	I	JUN	I	JUL	I	AGO	I	SEP	I	OCT	I	NOV	I	DIC	I	
1989			20,88	%			15,34	%	11,77	*		10,34	%	9,34	%	10,79	%	12,19	%	14,63	%	16,56	%	19,64	
1990	19,73	%	18,61		17,19	%	15,05	%	11,52			9,61		8,14		10,79	%	12,69		14,34		17,05		19,16	%
1994												10,83		8,75		9,34		13,42		14,98		18,11		20,19	
1995	20,43		19,56		17,82		15,65		13,39			10,14		7,65		9,06		13,00		14,95		17,74		20,11	
1996	19,47		19,55		18,59	%	13,57		11,02			8,75		9,90		10,27		12,11		14,90		17,94		18,82	
1997	20,70		19,82		18,52		16,00		13,03			10,05		9,92		11,50		12,85		14,52		17,75		19,22	
1998	20,77		19,75		17,72		14,71		12,36			9,42		7,95		9,61		11,94		16,36		16,94		19,70	
1999	20,06		20,49		17,32		14,14		12,19			10,09		8,07		10,14		11,39		14,58		17,51		19,69	%
2000	20,28		19,90	%	17,83		14,46		11,00			9,68		9,01		10,55		11,61		15,32		17,57		20,39	
2001	20,39		20,94		18,94		13,61	@	11,33			8,79		10,11		10,81		11,53		15,97		17,26		20,75	
2002	20,80		20,13		18,97		14,34		12,02			8,54		9,00		10,88		13,17		15,60		16,94		19,25	
2003	21,05		19,72		18,82		14,61		10,78			11,13	%	8,83		10,52	%	13,56		16,25		18,17		18,30	
2004	20,69		20,02		19,06		15,47	%	10,92			9,57		9,26	%	10,32		12,98		14,86		17,98		19,91	
2005	20,23		20,67		19,03		14,80		11,40			11,21		9,25		11,76		12,06	%	14,42		18,21		19,25	
2006	20,96		20,44		17,29		14,54	%	12,64			11,03		10,32		10,92		13,98		15,33		17,35		19,04	
2007	20,61		19,22		17,88		14,44		9,45			7,72		7,72		7,83		11,06		14,93		16,85		18,65	
2008	20,64		20,70		18,65		14,61		11,95			8,63		8,83		10,34		12,71		15,16		18,59		20,04	
2009	21,15		20,34		19,36		16,22		12,67			9,47		8,94		11,03		11,54		15,16		15,36		16,82	
2010	20,41		19,44	%	18,83		13,67		12,00			8,78		7,04		9,77		12,86		14,09		17,59		17,56	
2011	20,54		19,91		17,93	%	14,41		10,97			8,81		7,87		8,90		13,74		15,10		17,27		19,97	
2012	21,02		21,05		19,98		15,00		12,44			10,74		8,78		10,02		13,15		14,19		18,21		18,86	
2013	21,25		20,89		17,70		14,27		11,41			9,67		8,85		9,58		11,80		15,15		16,99		19,64	
2014	20,78		19,54		17,80		13,21		12,21			7,86		8,87		10,89		11,98		16,41		17,67		19,91	
2015	21,81		20,54		19,95		16,24		11,58			9,53		9,22		11,08		12,52		13,09		16,17		19,76	
2016	20,74		20,76		18,36		14,02	%	13,07			8,46		9,29		11,62		13,67		15,29		18,11		19,21	
2017	21,94		20,91		18,08		14,57		11,09			8,55		9,01		9,71		12,37		14,43		17,76		20,20	%
2018	20,63		20,66		17,84		14,93		12,31			8,30		9,04		10,80		13,21		15,05		18,23		19,59	
2019	20,53		21,20		18,01		14,74		12,03	%		8,53		8,03		11,40		12,48		15,61		19,23	%	20,90	
2020	21,95		20,92	%	19,65		16,00		13,37			8,68		9,88						15,37					

INDICADORES MESES INCOMPLETOS: * : 1 - 10 Días con información en el mes.
@ : 11 - 20 Días con información en el mes.
% : más de 20 Días con información en el mes.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”



Expediente Causa Rol. V13-06 del 2° Juzgado de Letras de Buin.

“Paine proyecta su futuro, velando por conservar su identidad cultural y patrimonial, con un desarrollo territorial sustentable que permite mejorar la calidad de vida del campo y la ciudad, y las actividades económicas con énfasis en la agricultura y el turismo, en equilibrio con el medio ambiente y el bienestar social de sus habitantes”