



DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA COMERCIAL
UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

**Departamento de Ingeniería Comercial MBA,
Magíster en Gestión Empresarial**

**Plan estratégico para reconversión de Laguna de Aculeo en Humedal Urbano
utilizando la valorización económica como eje**

Tesina presentada por

Rodrigo Andres Núñez Fernández

Como requisito para optar al grado de

MBA, Magíster en Gestión Empresarial

Julio de 2025



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): Memoria o trabajo de título; Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: Plan estratégico para reconversión de Laguna de Aculeo en Humedal Urbano utilizando la valorización económica como eje

Nombre del candidato(a): Rodrigo Andrés Núñez Fernández

Carrera / Grado: Magíster en Gestión Empresarial

Campus: Santiago Vitacura ; **Departamento:** Departamento de Ingeniería Comercial

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Pablo Isla, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

El trabajo **NO contiene información que amerite confidencialidad** y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

6 meses; 12 meses; 2 años; 3 años; 5 años; 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 08-07-25

; Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 08-07-25

; Firma:

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

TITULO DE LA TESINA: Plan estratégico para reconversión de Laguna de Aculeo en Humedal Urbano utilizando la valorización económica como eje

AUTOR: Rodrigo Andrés Núñez Fernández

TRABAJO DE TESINA presentando en cumplimiento parcial de los requisitos para el Grado de MBA, Magíster en Gestión Empresarial de la Universidad Técnica Federico Santa María.

OBSERVACIONES: _____

COMISIÓN DE TESINA:

- Pablo Isla**
- Priscila Carrasco**
- Juan Tapia**

Santiago, Julio 2025

**Todo el contenido, análisis,
conclusiones y opiniones
vertidas en este estudio son
de mi exclusiva
responsabilidad.**

Nombre: RODRIGO ANDRES NÚÑEZ FERNÁNDEZ

Fecha: 08 de Julio de 2025

RESUMEN EJECUTIVO

La Laguna de Aculeo, históricamente reconocida como un ecosistema clave en la zona central de Chile, ha enfrentado un proceso de desecación que expone las consecuencias combinadas del cambio climático, una gestión hídrica inadecuada y un marco legal insuficiente para la protección de los cuerpos de agua. Esta tesina propone un modelo estratégico de valorización económica que sustente la conversión de la Laguna de Aculeo en un humedal urbano, con el objetivo de garantizar su conservación ecológica, sostenibilidad económica y beneficio social para la región.

A partir de un diagnóstico multidimensional, el trabajo evidencia cómo el colapso de la laguna fue causado en gran parte por el sobre otorgamiento de derechos de agua, el uso intensivo en agricultura, y políticas públicas desactualizadas, más allá de los efectos naturales de la mega sequía. No obstante, las lluvias extraordinarias de 2023 y el retorno parcial del ecosistema han abierto una ventana de oportunidad única para intervenir de forma estructurada y sostenible.

La propuesta considera aplicar diversos métodos de valorización económica—como el método de costos de viaje, precios hedónicos, valoración contingente y costos de reemplazo—para cuantificar los beneficios tangibles e intangibles que una restauración de la laguna ofrecería y que fortalezcan la elaboración de una potencial conversión de la laguna. Estos métodos permiten estimar desde el impacto en el turismo ecológico, el incremento en el valor del suelo, hasta los ahorros por evitar infraestructuras artificiales. Asimismo, se analizan experiencias exitosas que demuestran que la reconversión ecológica es viable técnica y económicamente.

El plan estratégico propuesto contempla cinco fases: generación de bases técnicas y comunitarias, implementación de iniciativas locales, formalización legal de la declaración de humedal urbano, obtención del estatus legal y monitoreo continuo. En cada etapa se identifican indicadores ambientales, económicos y sociales que permitan evaluar el impacto y el progreso del proyecto. Además, se destacan los actores clave que deben participar activamente, desde organismos estatales, comunidad local, ONG, hasta financistas nacionales e internacionales.

La conversión de la laguna en humedal urbano permitiría su inclusión en el marco de la Ley 21.202, otorgando protección legal, acceso a fondos de conservación, y la obligación de someter cualquier intervención a evaluación ambiental. Esto también abriría oportunidades de desarrollo económico basadas en el ecoturismo, la educación ambiental y la economía circular, beneficiando a la comunidad local con empleo, servicios y bienestar social.

En síntesis, esta tesina plantea que la valorización económica es una herramienta clave para articular políticas de conservación con desarrollo sustentable. Reposicionar a la Laguna de Aculeo como un humedal urbano protegido no solo es necesario, sino posible, si se ejecuta con visión estratégica, respaldo técnico y participación ciudadana. Este modelo puede convertirse en un referente replicable para otros ecosistemas degradados de Chile y América Latina.

CONTENIDO

Problemática y Contexto	8
Importancia de los humedales urbanos	8
La sequía y el cambio climático	12
Evidencia y casos de sequía	17
Desaparición del agua	22
Consecuencias de la desaparición	24
Objetivos	27
Objetivos Específicos.....	27
Necesidad de revalorizar y reconocer la laguna de Aculeo como humedal urbano.....	28
Revisión bibliográfica y análisis conceptual	31
Conceptos y fundamentos de valorización económica.....	31
Definición y Alcance de la Valorización Económica	31
Importancia de la valorización económica en la Gestión de humedales urbanos	32
Modelos de valorización económica aplicados a humedales urbanos.....	34
Métodos basados en el Mercado	34
Métodos basados en Valoración Declarada.....	40
Nuevos métodos de valorización económica aplicado a humedales urbanos	42
Métodos Basados en Preferencias Declaradas	42
Métodos basados en Costos de Oportunidad.....	43
Casos de éxito	44
Casos nacionales relevantes y consideraciones.....	45
Marco legal de Humedales urbanos en Chile.....	47
Contexto legal actual de la laguna de Aculeo	47
Implicaciones legales de la declaración de la laguna como humedal urbano	48
Análisis y plan de Estrategia Aplicable a la laguna de Aculeo	49
Actores Clave.....	49
Modelos de Valorización Económica Aplicables	52
Indicadores de éxito	55
Ventajas y Desventajas del Plan.....	60
Conclusiones Generales	62
Bibliografía	64

Ilustración 1. Ubicación geográfica laguna de Aculeo. Fuente: Google Maps.....	9
Ilustración 2. Laguna de Aculeo, comuna de Paine, región metropolitana. Fuente: ForestalUchile..	9
Ilustración 3. Laguna de Aculeo, hacia el año 1900. Fuente: Memoriachilena.	10
Ilustración 4 Laguna de Aculeo seca, año 2018. Fuente: Radio Matilde.....	11
Ilustración 5. Recuperación de la Laguna de Aculeo, año 2023. Fuente: El Desconcierto.	11
Ilustración 6. Evolución de la sequía en la laguna de Aculeo. Fuente: Ciper Chile.	14
Ilustración 7. Zonas del planeta donde existieron olas de calor inusuales. Fuente: Copernicus Climate Change Service.....	16
Ilustración 8. Megasequía en Chile. Fuente: CR2.	16
Ilustración 9 Recuperación Laguna de Aculeo. Fuente: CR2.....	19
Ilustración 10 Deportes náuticos en laguna de Aculeo. Fuente (Osses, E, 1984).....	21
Ilustración 11. Laguna de Aculeo antes y después de las precipitaciones en 2023. Fuente: NASA, 2023.....	24

PROBLEMÁTICA Y CONTEXTO

Importancia de los humedales urbanos

Según la Convención sobre los Humedales o conocida con Convención Ramsar, que es un tratado internacional suscrito en 1971 en la ciudad iraní de Ramsar que busca la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales, regionales y nacionales y a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en el mundo, define a un humedal como zonas en donde el agua es el principal factor controlador del medio y tanto la vida animal como vegetal asociada a él. Según esta convención, un humedal figura entre los medios más productivos del mundo, ya que estos son cunas de diversidad biológica y fuentes de agua y productividad primaria de la flora y fauna que viven en los alrededores. Los humedales dan sustento a altas concentraciones de aves, mamíferos, reptiles, anfibios, peces e invertebrados. Un humedal también es una fuente rica de material genético vegetal. El arroz, por ejemplo, es una especie común en un humedal y es el principal alimento de la mitad de la humanidad.

Un humedal no solo abastece de agua a la población, tanto en calidad como cantidad, sino que también aportan zonas de pesca (más de los dos tercios de las capturas mundiales de peces están relacionadas a la salud de las zonas de humedales costeras y continentales); agricultura, gracias a las capas freáticas y a la retención de nutrientes en las llanuras aluviales; producción de madera; recursos energéticos, como turba y materia vegetal; recursos de vida silvestre; transporte; y posibilidades de recreación y turismo a la comunidad y visitantes de las zonas.

Considerando la importancia que tienen los humedales alrededor del mundo y su aporte transversal tanto a la biodiversidad como a la economía y comunidad en general se vuelve imperioso proteger todos los cuerpos de agua alrededor del mundo. Un caso representativo es la laguna de Aculeo, históricamente reconocido como un importante cuerpo de agua en la región metropolitana de Santiago, situada a 70 kilómetros al suroeste de Santiago en la comuna de Paine y sobre 360 metros sobre el nivel del mar la cual se caracteriza por su ribera fangosa y sus costas de inclinación baja.

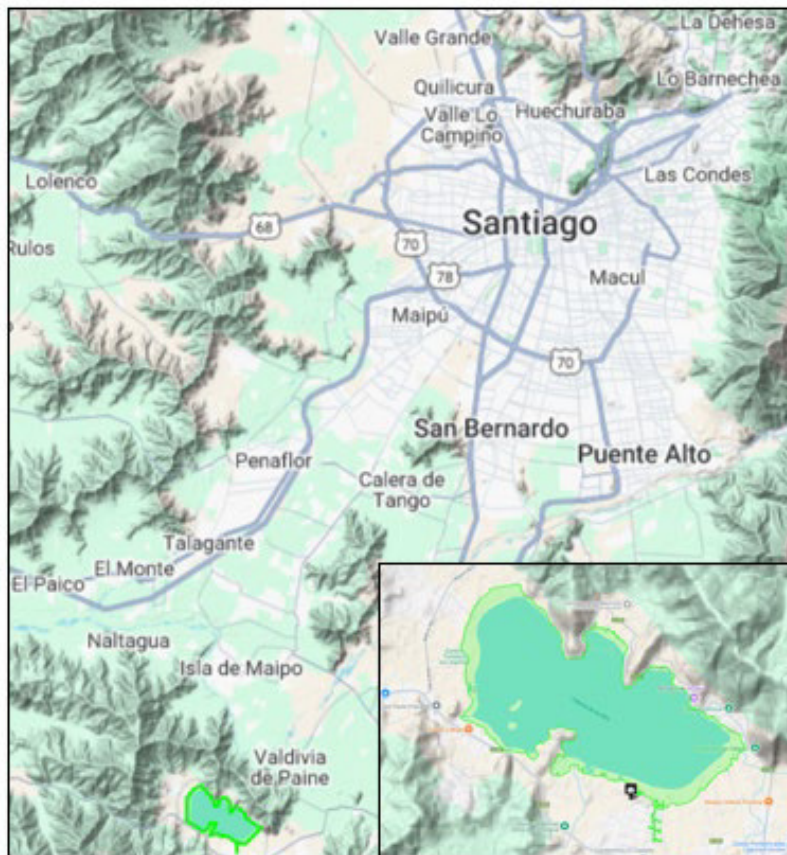


Ilustración 1. Ubicación geográfica laguna de Aculeo. Fuente: Google Maps.



Ilustración 2. Laguna de Aculeo, comuna de Paine, región metropolitana. Fuente: Forestal Chile.

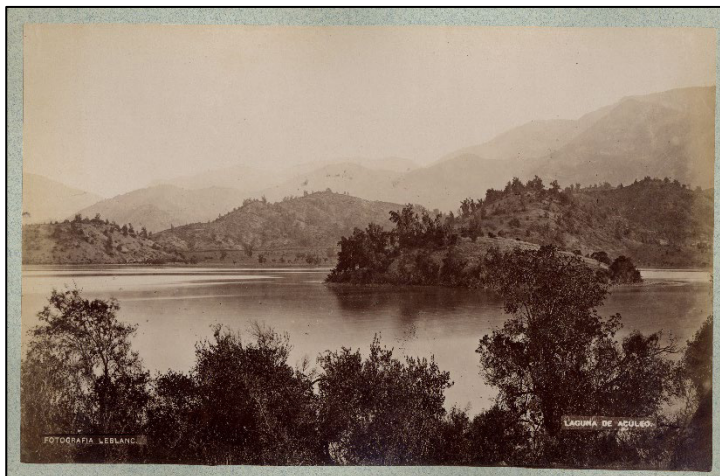


Ilustración 3. Laguna de Aculeo, hacia el año 1900. Fuente: Memoria chilena.

Esta laguna, que recibe su nombre del mapudungun Acum-Leu, “donde finaliza el río” ha sido parte de la historia Santiago desde los tiempos de la colonia siendo reconocida por artistas como Francisco Sola Asta-Buruaga y Cienfuegos en su obra de 1899 Diccionario Geográfico de la República de Chile destacando la laguna como un hermoso receptáculo de agua dulce, donde abundan delicados pejerreyes y variedad de aves acuáticas y con terrenos feraces y cultivados. La laguna aún en la actualidad ha sido utilizada por santiaguinos como destino de veraneo para la práctica de deportes acuáticos como el kayak, la navegación a vela, el esquí acuático, etc., Además, en sus riberas hay áreas de camping, pesca y paseos a caballo. Sin embargo, a partir de la primera década del año 2000, la laguna comenzó a enfrentar un alto estrés hídrico debido al uso intensivo del agua para actividades agrícolas demandantes de época, sumado a regulaciones políticas del uso de agua que comenzaron a quedar obsoletas (el uso y aprovechamiento de aguas está regulado por el Código de Aguas establecido en 1981 que establece limitaciones y regulaciones a través de los denominados Derechos de Aprovechamiento de Aguas) provocó que los niveles de agua comenzaran a verse mermados. Sumado a esto, el cambio climático, trajo consigo cambios en los patrones meteorológicos de la zona generando alteraciones en las cantidades de precipitación y aumentos en la temperatura global. Todos estos factores determinaron que la laguna de Aculeo fuera declarada en 2018 como seca.



Ilustración 4 Laguna de Aculeo seca, año 2018. Fuente: Radio Matilde.

Sin embargo, las lluvias recibidas en la región durante 2023 hicieron lo que hasta ese momento parecía impensado: la laguna volvió a brotar renaciendo con el todo el ecosistema alrededor de la laguna. Esto hizo que más de 40 especies de aves volvieran como Garzas, Hualas, Taguas, Blanquillos, Gaviotas de Franklin, sapito de 4 ojos, entre otros, según el informe entregado por Greenpeace (*Greenpeace Laguna Aculeo*, 2024).



Ilustración 5. Recuperación de la Laguna de Aculeo, año 2023. Fuente: El Desconcierto.

Este renacimiento de la laguna no solo es un símbolo esperanzador sobre la adversidad climática, sino que también subraya la necesidad de una gestión responsable del cuerpo de agua que garantice su sostenibilidad a largo plazo. Esto implica, hacer una revisión sobre los factores y causas que llevaron a la laguna a esta situación crítica de manera de entender el contexto general y a partir de eso buscar soluciones de cara al futuro, como por ejemplo, la denominación del cuerpo de agua y sus posibilidades de ser considerado como un humedal urbano, a la vez de establecer su potencial como una alternativa sustentable que garantice no solo la sostenibilidad de la biodiversidad de la laguna, sino que también permita a la industria, comercio y comunidad desarrollarse alrededor del cuidado de la laguna en un entorno colaborativo sustentable tanto biológica como económicamente.

La sequía y el cambio climático

Impacto del cambio climático en Chile

Naciones Unidas define el cambio climático como los cambios a largo plazo de las temperaturas y los patrones climáticos. Estos cambios pueden ser naturales, debido a variaciones en la actividad solar o erupciones volcánicas grandes (Naciones Unidas, 2024). Sin embargo, a partir del siglo XIX, las actividades humanas han sido el principal motor del cambio climático, debido principalmente a la quema de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas al punto de que ahora se habla propiamente del cambio climático antropogénico. Como consecuencia existen dos grandes efectos del cambio climático de manera global: el aumento generalizado de la temperatura; y la segunda es el aumento o disminución exacerbada de precipitaciones causando grandes inundaciones en algunos lugares del planeta y por otro lado sequías, y Chile no es la excepción.

El Atlas de Riesgo Climático para Chile, que es un proyecto del Ministerio del Medio Ambiente del Gobierno de Chile en conjunto con el Centro de Investigación del Clima y la Resiliencia (CR2) y el Centro de Cambio Global, en colaboración de otras instituciones nacionales e internacionales, da cuenta de la vulnerabilidad de nuestro país respecto a los

efectos del cambio climático. Entre los mayores efectos en nuestro país, se mencionan el aumento de temperatura: Durante el período 1961-2019, la temperatura media de Chile aumentó 0.13°C por década, mientras que, en 2019, el país mostró su tercer año más cálido en 59 años (CR2, 2014). Por otra parte, la Dirección Meteorológica de Chile menciona que en la década 2003-2013 Chile presentó la época más seca en los últimos 150 años, teniendo una disminución de un 39.4% respecto al promedio normal. En los últimos cinco años, se han registrado déficit de entre 30%, alcanzando hasta un 50% en algunos años concentrándose en las regiones de Coquimbo hasta Biobío, con un promedio de -70% de precipitaciones (Ministerio del Medio Ambiente, 2024).

Respecto a la laguna de Aculeo, ubicada en la comuna de Paine en la región metropolitana, las precipitaciones han mostrado una clara tendencia a la baja según muestra el siguiente gráfico histórico de la Dirección Meteorológica de Chile proveniente de la estación de monitoreo de Quinta Normal en el corazón de la región:

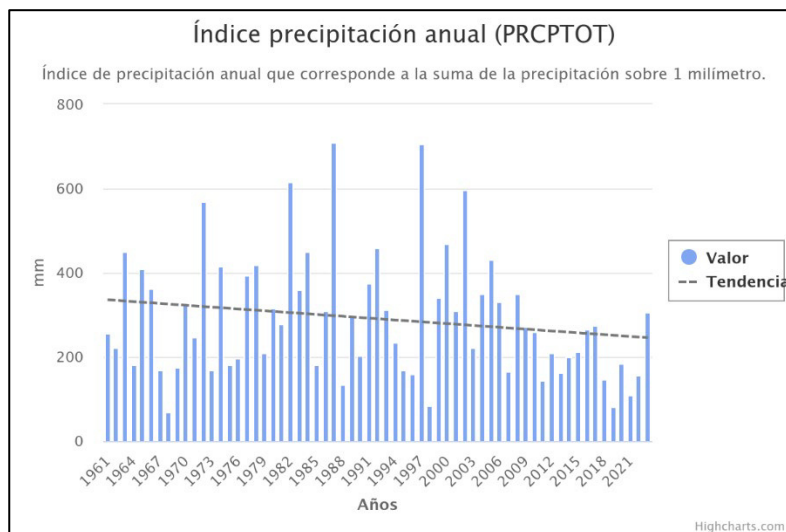


Gráfico 1. Índice de precipitación anual que corresponde a la suma de la precipitación sobre 1 milímetro. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile.

Mientras que, por otro lado, las temperaturas han mostrado un incremento según reporta la misma entidad:

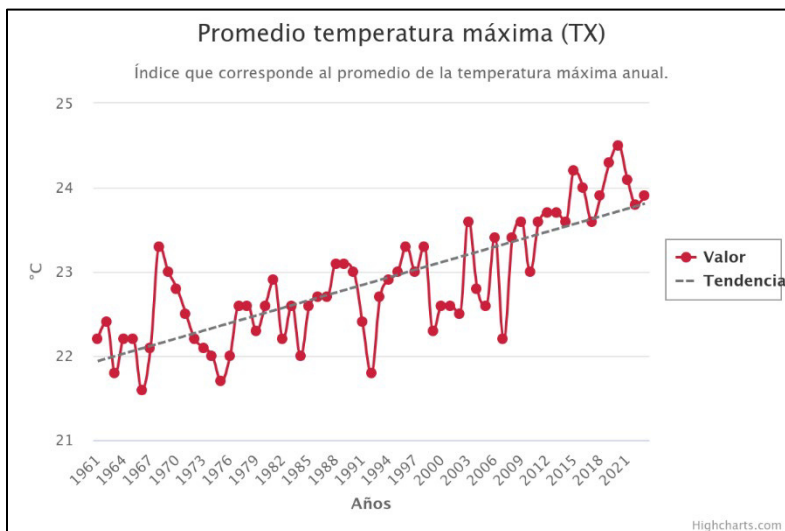


Gráfico 2. Índice que corresponde al promedio de la temperatura máxima anual. Fuente: Dirección Meteorológica de Chile.

Así, es cuestión de tiempo que la mayoría de las fuentes de agua en la zona central de nuestro país se vean afectadas viéndose reducidas al punto de lo ocurrido en la laguna llegando a la sequía en 2018 según se observa en la ilustración:



Ilustración 6. Evolución de la sequía en la laguna de Aculeo. Fuente: Ciper Chile.

Es que existe evidencia inequívoca de que el cambio climático es real y que la Tierra se está calentando y cambiando a un ritmo sin precedentes y es la humanidad la responsable. Según el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático IPCC, “Desde que comenzaron las evaluaciones científicas sistemáticas en la década de 1970, la influencia de la actividad humana en el calentamiento del sistema climático ha evolucionado de la teoría al hecho establecido” (IPCC, 2014). Ejemplo de esto es el aumento de la temperatura global, en donde se observa que la temperatura promedio de la superficie del planeta ha aumentado en casi 1°C desde finales del siglo XIX, un cambio impulsado en gran medida por el aumento de las emisiones de dióxido de carbono hacia la atmósfera y otras actividades humanas (National Centers for Environmental Information, 2024.) (Climatic Research Unit, 2024) (NASA Goddard Institute for Space Studies, 2024). El océano por su parte se está calentando, debido a que ha absorbido gran parte de este aumento de calor, en donde los 100 metros superiores del océano muestran un calentamiento de más de 0.33 °C desde 1969 (Levitus et al., 2017). Por otra parte, las capas de hielo se están reduciendo. Los datos del Gravity Recovery and Climate Experiment de la NASA muestran que Groenlandia perdió un promedio de 279.000 millones de toneladas de hielo por año entre 1993 y 2019, mientras que la Antártida perdió alrededor de 148.000 millones de toneladas de hielo por año (Velicogna et al., 2020). Los glaciares están retirándose en todas partes del mundo: Himalayas, Alpes, los Andes, Rocosas, Alaska y África (World Glacier Monitoring Service, 2024), junto a esto, el nivel del mar aumentó alrededor de unos 20 centímetros en el último siglo. Sin embargo, la tasa en las últimas dos décadas es casi el doble que la del siglo pasado y se acelera ligeramente cada año (Nerem et al., 2018) y lo que se ha hecho más notorio en la población mundial, es que los eventos extremos están aumentando en frecuencia y en intensidad como los calores inusuales en lugares aleatorios del planeta como se ve en la Ilustración 7 o la mega sequía vivida en Chile desde el año 2010-2019 (CR2, 2015).

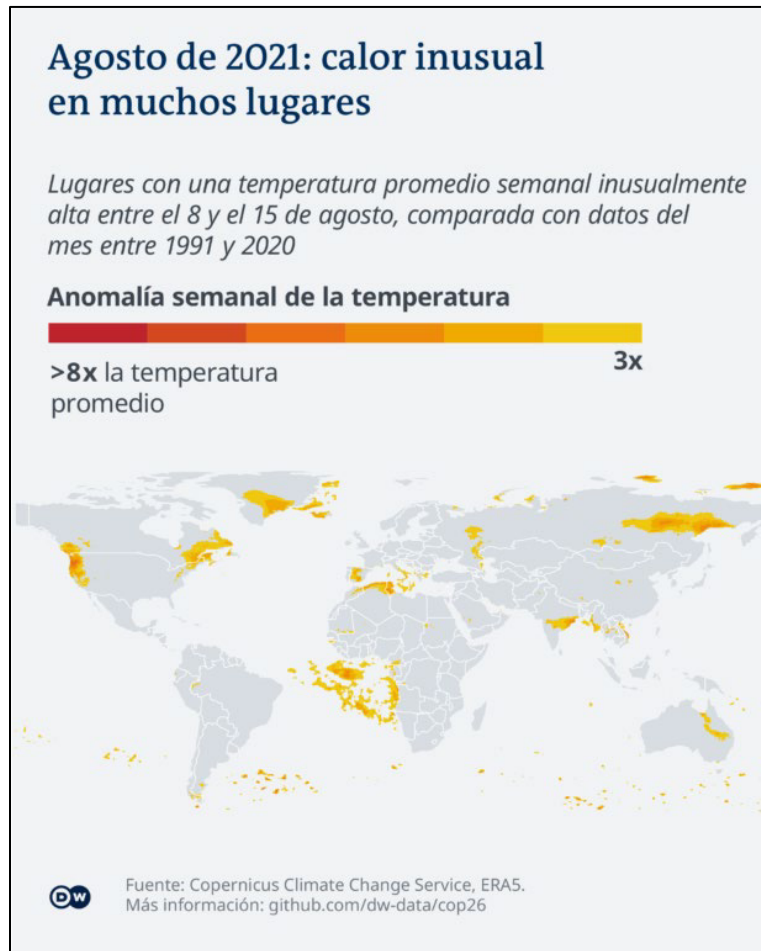


Ilustración 7. Zonas del planeta donde existieron olas de calor inusuales. Fuente: Copernicus Climate Change Service.



Ilustración 8. Megasequía en Chile. Fuente: CR2.

Evidencia y casos de sequía

Evidencia de sequías en Chile

En cuanto a sequías, Chile pasa de manera cíclica y recurrente por periodos de déficit en las precipitaciones. Este fenómeno, está ligado directamente con la presencia “La Niña”, fenómeno climático que forma parte del ciclo natural global conocido como El Niño-Oscilación del Sur. Este ciclo tiene dos fases extremas: una fase cálida como El Niño y una fase fría, precisamente conocida como La Niña (National Ocean Service, 2025). Ambos fenómenos están asociados a diferentes climas y condiciones en las diferentes regiones donde se manifiestan. En general, en el caso de La Niña, es típico observar condiciones más secas respecto a lo normal sobre la parte centro ecuatorial del océano Pacífico. Así, Chile ha enfrentado diversas sequías a lo largo de su historia, afectando significativamente sus cuerpos de agua, como lagunas y ríos. Desde la década del 1990 al presente. Diversos estudios han evidenciado la reducción de los caudales en los ríos de la Patagonia debido al cambio climático, afectando a la biodiversidad y actividades económicas como la acuicultura. Sumado a esto, el derretimiento acelerado de los glaciares en la región ha generado una alteración significativa en cada sistema acuático, lo que incurre en un peligro de disponibilidad de agua dulce a largo plazo (El País,2024).

Otro ejemplo es la sequía que ha vivido la región de Coquimbo desde los años 2000 en adelante siendo una de las regiones más afectadas por la crisis hídrica. La disminución progresiva de las precipitaciones ha reducido drásticamente los niveles de los embalses y ríos, impactando en la agricultura y en el suministro de agua potable. Esto ha generado pérdidas económicas y ha comprometido la subsistencia de las comunidades locales (Cambio, 2024). La cuenca de Petorca, región de Valparaíso es un ejemplo más reciente en donde a partir del 2010 ha enfrentado una de las sequías más intensas en los últimos 700 años. Esta crisis ha sido fuertemente agravada por la sobreexplotación del recurso hídrico para el cultivo de paltas, lo que ha llevado al agotamiento de ríos y acuíferos, afectando a las comunidades locales. La apropiación de derechos de agua por parte de grandes empresas agrícolas ha exacerbado el problema. (Muñoz et al.,2020). De hecho, un estudio realizado por el Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2) atribuye aproximadamente un

50% de la escasez de agua a la mega sequía que afecta a la zona, mientras que la otra mitad se la atribuye directamente al uso intensivo del agua para cultivos agrícolas.

Así, en el caso de la laguna de Aculeo, el hidrólogo Pablo García-Chevesich señala que, aunque la laguna haya recuperado un 50% de su capacidad debido a las lluvias ocurridas en 2023, aún faltan alrededor de 5 metros para alcanzar su nivel histórico. Además, enfatiza que, si no se toman acciones concretas, la laguna podría volver a secarse en el futuro (El Mostrador, 2024).

Por su parte, Rodrigo Valdés-Pineda, PhD. en Hidrología y Gestión de Recursos Hídricos, destaca que la recuperación de la laguna es una “aparición fugaz” y que, sin una gestión responsable de los recursos hídricos, sumado a la sequía que vive el país, es probable que la laguna vuelva a enfrentar problemas de sequía a corto plazo (Ciper Chile, 2023).

Comparativas de nivel de agua en la laguna acúleo

La laguna de Aculeo ha experimentado fluctuaciones significativas en sus niveles de agua a lo largo de las últimas décadas. Hasta el año 2010, la laguna mantenía una superficie aproximada de 12 kilómetros cuadrados y una profundidad media de 3.4 metros, con un volumen estimado en 53.6 millones de metros cúbicos. Este fue el periodo en donde la laguna era un popular destino turístico y recreativo de la población de la región metropolitana. A partir del 2010, la laguna comenzó a experimentar una disminución progresiva en sus niveles de agua, atribuido principalmente a una combinación de factores como la sequía, traducida en una disminución de precipitaciones de un 38% y el aumento de un 17% del consumo de agua para uso agrícola y residencial. El proceso culminó en mayo de 2018, cuando la laguna se secó por completo. Así fue hasta 2022 cuando ocurrieron algunas precipitaciones en donde se observó un incremento en el nivel de agua pero que no fue suficiente para restaurar la laguna. Sin embargo, en agosto de 2023, debido a intensas tormentas invernales alimentadas por ríos atmosféricos, trajeron precipitaciones significativas a la zona central del país logrando la laguna recuperar gran parte de su volumen de agua. Imágenes satelitales de la NASA mostraron que, para el 7 de septiembre

de 2023, la laguna de Aculeo cubría casi 5 kilómetros cuadrados con una profundidad estimada de un metro.

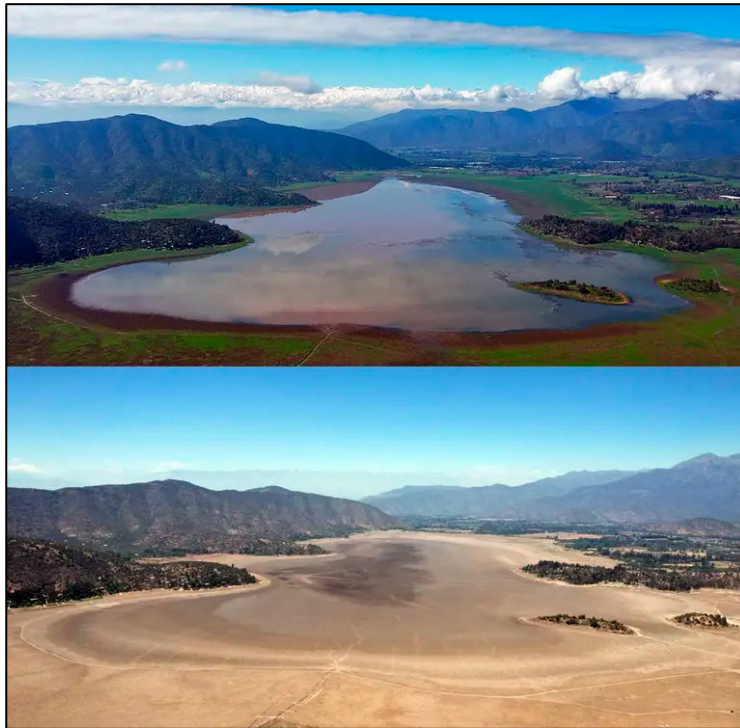


Ilustración 9 Recuperación Laguna de Aculeo. Fuente: CR2.

Historia de la laguna de Aculeo

La laguna de Aculeo ha sido desde siempre un destacado cuerpo de agua en la región Metropolitana y la zona central de Chile. Formada principalmente por depósitos de sedimentos aluviales, la laguna depende de las precipitaciones y es altamente sensible a las variaciones climáticas, especialmente a las sequías.

Históricamente, la laguna ha experimentado fluctuaciones en sus niveles de agua debido tanto a factores naturales como antropogénicos, algo que ha traído una serie de cambios e impactos a todo el entorno y ecosistema en donde esta inserta.

La laguna de Aculeo ha sido un refugio vital para una gran cantidad de biodiversidad. A lo largo de la historia, se han identificado 102 especies de aves en la zona, sirviendo como hábitat para especies residentes y otras migratorias (Greenpeace, 2024). Destacan entre estas especies garzas, hualas, taguas y gaviotas de Franklin. Además de las aves, la laguna alberga variedad de anfibios siendo el sapito de cuatro ojos una especie característica de la región central de Chile. La flora de la zona incluye bosques esclerófilos y robledales en zonas más elevadas.

Por otro lado, en cuanto a actividades humanas, desde tiempos precolombinos que la laguna de Aculeo ha sido un punto focal para diversas actividades. Arqueólogos han dado cuenta de restos de entierros y vasijas dando evidencia de la presencia de comunidades indígenas en sus alrededores (La Tercera, 2023). También se encontraron canoas o wampos, medios de transporte r-elaboradas de un solo tronco de boldo y con capacidad para 2 a 3 personas dan testimonio de las prácticas náuticas ancestrales en la zona.

Durante la época colonial, la laguna formó parte de la Estancia del capitán español Don Alonso de Córdoba no siendo hasta el siglo XIX, en donde la laguna se convirtió en un atractivo para actividades recreativas y deportivas, como la navegación a vela, pesca y paseos a caballo.



Ilustración 10 Deportes náuticos en laguna de Aculeo. Fuente (Osses, E, 1984).

Son estas actividades las que han marcado y moldeado la identidad y sustento de la región. Como ya se ha dicho, desde tiempos precolombinos que la laguna ha sido un espacio vital para las comunidades indígenas, quienes desarrollaron actividades como la pesca y la navegación. Estas actividades se mantuvieron llegando a consolidar a la laguna como un centro recreativo lo que fortaleció no solo la cohesión social, sino que también impulsaron la economía local a través del turismo y el comercio asociado (La Tercera, 2023).

Habitantes de la zona han compartido relatos que evidencian la profunda conexión entre la comunidad y la laguna. En investigaciones recientes, miembros de la comunidad de Aculeo han expresado sus preocupaciones y esperanzas respecto del futuro de la laguna, destacando su deseo de preservar el patrimonio natural para las generaciones venideras (Rivas Vicencio, 2019).

Desaparición del agua

La desaparición de los cuerpos de agua en Chile, como la laguna de Aculeo, se debe en parte a lo ya expuesto referente al cambio climático. Sin embargo, los mayores daños han sido en gran medida a una gestión inadecuada de los recursos hídricos y a políticas deficientes en su conservación. En efecto, estudios indican que aproximadamente el 60% de la escasez de agua en Chile es atribuible a una gestión deficiente del recurso, al aumento de la demanda y al sobre otorgamiento de derechos de agua. La falta de una planificación adecuada y la ausencia de una supervisión efectiva han llevado a la sobreexplotación de acuíferos y fuentes superficiales. Como señalan Valdés-Pineda et al. (2022), la desaparición de la laguna de Aculeo no se explica exclusivamente por la mega sequía, sino principalmente por acciones humanas como desvíos de ríos, sobre otorgamiento de derechos de agua y bombeo excesivo de acuíferos.

Otro factor importante son las políticas fallidas y la falta de conservación. Es que la estructura legal actual, que permite la privatización y el comercio de derechos de agua, que viene de la década del 80, ha resultado en una distribución inequitativa y en conflicto por el recurso. Además, la descoordinación institucional y la falta de un ordenamiento territorial adecuado han exacerbado la crisis hídrica.

Un claro ejemplo de la mala gestión y la falta de fiscalización en cuanto al uso del recurso es el caso de la cuenca del río Petorca, donde la extracción ilegal de agua por parte de grandes empresas agrícolas redujo drásticamente el caudal del río, afectando a las comunidades locales y al ecosistema (País circular, 2019). Esto es preocupante si se considera que el uso de agua en Chile se distribuye de la siguiente manera:

Tabla 1. Porcentaje uso de agua en Chile. Fuente: Fundación Chile.

Sector	Porcentaje de Uso del Agua
Agricultura	73%
Consumo Humano	11%
Industria	9%
Minería	7%

Esta distribución, muestra como la agricultura, especialmente en zonas de monocultivo intensivo, consumen la mayor parte del recurso hídrico, caso de las paltas en la cuenca del río Petorca, y que, sumado a prácticas de gestión ineficientes, contribuyen de forma directa a la escasez y desaparición de cuerpos de agua. Esto indica, que el caso de la laguna de Aculeo no es un caso aislado, sino que es una situación que afecta al país y cuyas causas van más allá del cambio climático. Es que es indudable que el cambio climático ha tenido un impacto significativo en la laguna de Aculeo en la zona central de Chile. Estudios indican que Chile ha experimentado una disminución del 40% de precipitaciones y un incremento de hasta 5°C en las temperaturas hacia finales del siglo XXI. Estas condiciones climáticas adversas han contribuido a la desecación de cuerpos de agua como lo ocurrido en la laguna.

Expertos del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2) de la Universidad de Chile han señalado que la laguna de Aculeo es una de las primeras víctimas del cambio climático y la mega sequía en el país. Imágenes satelitales capturadas por la NASA evidencian los cambios drásticos vividos por la laguna de Aculeo. Una fotografía del 18 de mayo de 2023 muestra la laguna completamente seca, mientras que otra del 7 de septiembre del mismo año revela como las precipitaciones le devolvieron la vida parcialmente a la laguna.



Ilustración 11. Laguna de Aculeo antes y después de las precipitaciones en 2023. Fuente: NASA.

Consecuencias de la desaparición

La desaparición de la laguna de Aculeo ha generado una serie de consecuencias en diversos ámbitos: ecológico, económico, social y cultural.

Impacto Ecológico

- Pérdida de biodiversidad y alteración de hábitats: La desaparición de la laguna en 2018 resultó en la desaparición de hábitats acústicos esenciales, afectando a numerosas especies de flora y fauna que dependían de este ecosistema para su supervivencia (Universidad de Chile, 2019).
- Estudios de especies afectadas y medidas de conservación: Investigadores han documentado la pérdida de diversas especies de aves y otras formas de vida acuática. A partir de la recuperación parcial de la laguna en 2023, se han implementado iniciativas para monitorear y proteger las especies que han retornado al área recientemente (Altos de Cantillana, 2023).

Impacto Económico

- El turismo, agricultura y otras actividades económicas: La desaparición de la laguna afectó negativamente al turismo local, reduciendo afluencia de visitantes y, por ende, los ingresos de negocios relacionados. Además, la agricultura en la zona enfrentó desafíos debido a la disminución de recursos hídricos disponibles (Escenarios Hídricos, 2018).
- Testimonios de empresarios y comerciantes locales: Empresarios locales han expresado su preocupación por la disminución del turismo y las ventas, destacando la necesidad de estrategias sostenibles para revitalizar la economía de la región (Escenarios Hídricos. 2018).

Impacto Social y Cultural

- Afectaciones a comunidades locales y pérdida de patrimonio cultural: La laguna no solo es un recurso natural, sino también un espacio cultural y recreativo para las comunidades locales. Su desaparición implicó la pérdida de tradiciones y actividades comunitarias que se desarrollaban en torno a ella (Observatorio Cultura, 2019).
- Testimonios de residentes y líderes comunitarios: Residentes han manifestado su tristeza y preocupación por la pérdida de un espacio que formaba parte de identidad cultural y social (Diario Constitucional, 2024). “La responsabilidad de proteger nuestros recursos hídricos recae en todos los sectores de la sociedad. Las autoridades deben legislar y proponer soluciones reales, mientras que los usuarios del agua deben adoptar prácticas sostenibles y responsables.

- Inconsciencia colectiva: El estudio de Valdés-Pineda et al. (2022) evidencia que, incluso después de declarada zona de restricción en 2018, en 2020 se continuaron otorgando derechos de extracción de agua subterránea, lo que refleja una profunda desconexión entre la política pública y la conservación ambiental.

OBJETIVOS

Es así como entonces el objetivo general de este trabajo es establecer criterios y parámetros de valorización económica que permitan respaldar la designación de la laguna de Aculeo en un humedal urbano, asegurando su sostenibilidad tanto ambiental como económica promoviendo un aprovechamiento regulado en beneficio de la región.

Objetivos Específicos

1. Definir criterios clave de valorización aplicables
2. Analizar casos de éxito nacionales o internacionales con criterios de sustentabilidad y desarrollo económico
3. Determinar indicadores de impacto ambiental y económico que permitan medir la viabilidad de una conversión
4. Establecer lineamientos de financiamiento y gestión que permitan la implementación efectiva de medidas y actores involucrados

NECESIDAD DE REVALORIZAR Y RECONOCER LA LAGUNA DE ACULEO COMO HUMEDAL URBANO

Dado el impacto ambiental y social que ha tenido la desecación de la laguna de Aculeo, su revalorización como humedal urbano es una estrategia clave para garantizar su protección a largo plazo. Este reconocimiento no solo le otorgaría un marco legal de conservación, sino que también abriría oportunidades económicas sostenibles para la región.

Beneficios Legales de la Declaración de Humedal Urbano

1. Protección Gubernamental y Regulación del Uso del Agua

- Bajo la Ley de Humedales Urbanos en Chile (Ley 21.202), los humedales declarados como tales reciben una protección especial, lo que impide su desecación o alteración sin estudios de impacto ambiental aprobados.
- Se establecerían límites al consumo de agua por parte de sectores industriales y agrícolas, garantizando un uso sustentable del recurso hídrico y evitando la sobreexplotación de los acuíferos.
- Permitirá que la laguna sea priorizada en planes de conservación gubernamentales y en la asignación de recursos para su protección.

2. Supervisión y Fiscalización del Estado

- La declaración de humedal urbano conllevaría la obligación del gobierno local y de organismos ambientales de monitorear periódicamente el estado del ecosistema.
- Empresas con intereses en el área tendrían que cumplir con estrictos criterios ambientales para operar en las cercanías del humedal.

3. Acceso a Financiamiento y Subvenciones

- La protección legal permitiría acceder a fondos estatales y privados destinados a la recuperación de humedales.
- Se podrían implementar programas de restauración ecológica financiados por organismos internacionales interesados en la conservación de humedales.

Beneficios Económicos: Turismo Sustentable y Desarrollo Local

1. Generación de Turismo Sustentable

- La recuperación de la Laguna de Aculeo como humedal urbano fomentaría el ecoturismo, atrayendo visitantes interesados en actividades como la observación de aves, senderismo y educación ambiental.
- Experiencias internacionales, como el Humedal de Xochimilco en México o el Humedal de la Albufera en España, han demostrado que la conversión de humedales en destinos turísticos sostenibles genera empleos y beneficios económicos sin comprometer el equilibrio ecológico.
- Se podrían desarrollar rutas ecoturísticas, centros de interpretación y senderos educativos que generen ingresos locales.

2. Impulso a Emprendimientos y Economía Circular

- La regulación del uso del agua garantizaría un suministro estable para pequeños agricultores y emprendedores locales, fomentando prácticas agrícolas sostenibles.
- El comercio asociado al ecoturismo (alojamiento, gastronomía, actividades recreativas) podría reactivarse, beneficiando a comunidades locales.

3. Revalorización del Territorio y Bienestar Comunitario

- La protección del humedal aumentaría el valor del suelo y las propiedades cercanas, incentivando inversiones responsables en infraestructura ecológica.
- La comunidad local se beneficiaría con espacios verdes de calidad, promoviendo la recreación y el bienestar.

Revalorizar la Laguna de Aculeo como humedal urbano no solo contribuiría a su conservación ambiental, sino que también garantizaría su protección legal y permitiría desarrollar una economía sustentable basada en el ecoturismo. La regulación del uso del agua evitaría su sobreexplotación, asegurando que la comunidad local, las empresas y el ecosistema puedan convivir de manera equilibrada. Aprendiendo de experiencias exitosas a nivel mundial, Chile tiene la oportunidad de convertir la Laguna de Aculeo en un modelo de recuperación ecológica y desarrollo sostenible.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y ANALISIS CONCEPTUAL

Conceptos y fundamentos de valoración económica

La valoración económica es un enfoque que busca asignar un valor monetario a bienes y/o servicios proporcionados por los ecosistemas. Este concepto se basa en la idea de que los ecosistemas generan beneficios tanto directos como indirectos para la sociedad, y que su adecuada cuantificación permite fundamentar políticas de conservación y desarrollo sostenible. En el contexto de la laguna de Aculeo, la valoración económica resulta clave para justificar su designación como humedal urbano y para establecer un modelo de gestión que garantice sus sostenibilidad ambiental y económica (Mishra, 2017).

Definición y Alcance de la Valorización Económica

La valoración económica de los ecosistemas implica la cuantificación del valor de los servicios que estos proporcionan a la sociedad. Tradicionalmente, los bienes ambientales han sido considerados recursos de “acceso libre”, lo que ha llevado a su sobreexplotación. La falta de una valoración económica formal ha resultado en decisiones de uso del suelo que ignoran los beneficios que los humedales y cuerpos de agua generan para la economía y el bienestar humano (Murphy et. Al., 2019)

Para resolver esta problemática, la valoración económica aplica modelos que permiten traducir los beneficios ecológicos en términos económicos, facilitando su inclusión en políticas de planificación urbana y conservación ambiental. Estos beneficios suelen agruparse en la clasificación de servicios ecosistémicos, que incluyen (Hanley et al., 2003):

- Servicios de provisión: Recursos tangibles como agua, peces, madera y materiales biológicos.
- Servicios de regulación: Filtración de agua, mitigación de inundaciones y almacenamiento de carbono.

- Servicios de soporte: Reciclaje de nutrientes, formación de suelos y conservación de biodiversidad.
- Servicios culturales: Espacios recreativos, valores estéticos y educación ambiental.

En el caso de la laguna de Aculeo, su valorización económica debe considerar no solo su potencial recreativo y turístico, sino también su función de regulación hídrica y la biodiversidad, así como el impacto en la calidad de vida de las comunidades cercanas (Verma & Nagandhi, 2011).

Importancia de la valorización económica en la Gestión de humedales urbanos

Los humedales urbanos representan ecosistemas estratégicos dentro del contexto del desarrollo sostenible de las ciudades y naciones, ya que cumplen funciones esenciales tanto en términos ecológicos como económicos y sociales. Sin embargo, históricamente han sido subvalorados debido a la percepción de que su conservación no genera beneficios tangibles comparables a otros usos del suelo, como la urbanización o la agricultura intensiva (Murphy et al., 2019). La valorización económica de estos sistemas permite revertir esta percepción al demostrar, mediante análisis cuantificables y criterios definidos, el valor real de los servicios ecosistémicos que pueden proveer y del impacto local y global que pueden producir.

Uno de los principales desafíos en la gestión de humedales urbanos es la competencia por el uso del suelo. En ausencia de una valorización económica adecuada, estos ecosistemas tienden a ser considerados áreas improductivas, susceptibles de ser drenadas, urbanizadas o convertidas en terrenos agrícolas. Esta situación ha sido ampliamente documentada en diversas ciudades del mundo, donde la degradación de humedales ha llevado a la pérdida de biodiversidad, el aumento del riesgo de inundaciones y la reducción de la calidad del agua (Verma & Negandhi, 2011). En este contexto, la valorización económica se convierte en una herramienta clave para fundamentar políticas de conservación y restauración a la vez que visualizar alternativas en cuanto al aprovechamiento económico y que a la vez sea

sostenible en el tiempo. Entre los beneficios específicos que entrega una valorización económica aplicada a un sitio con la condición de humedal urbano, se destacan los siguientes:

- **Apoyo en la toma de decisiones:** Los gobiernos y organismos de planificación requieren datos económicos para justificar inversiones en conservación y restauración. La valorización económica permite cuantificar los beneficios ambientales en términos financieros, facilitando la asignación de recursos.
- **Regulación del uso del agua:** En sitios considerados humedales urbanos, la sobreexplotación de recursos hídricos es una de las principales amenazas. La valorización económica contribuye a establecer límites en el uso del agua y a diseñar mecanismos de compensación para reducir la presión sobre estos ecosistemas (Hanley et al., 2003).
- **Promoción del turismo sustentable:** La conservación de humedales urbanos puede generar ingresos a través del ecoturismo y el turismo educativo. Estudios han demostrado que los visitantes están dispuestos a pagar por la experiencia de disfrutar de estos espacios naturales, lo que crea oportunidades para el desarrollo económico local sin comprometer la integridad del ecosistema (Bockstael et al., 1989).
- **Acceso a financiamiento:** La valorización económica facilita la obtención de fondos de organismos nacionales e internacionales que priorizan proyectos de restauración ecológica. Esto es clave para la ejecución de estrategias de conservación que de otro modo no podrían ser viables financieramente (Hussain, 1976).

De esta forma, la aplicación de principios de valorización económica sobre la laguna de Aculeo permitiría fortalecer no solo la decisión de convertirlo en un humedal urbano, sino que también generaría una estrategia de gestión integral que equilibre la conservación del ecosistema con el desarrollo económico de la región. Para esto, primero se revisará el contexto actual de la laguna y para así visualizar los posibles beneficios de la consideración como humedal urbano, para luego revisar diferentes

modelos de valorización económica que han sido utilizados en otros contextos y así evaluar la aplicabilidad a este caso en específico.

Modelos de valorización económica aplicados a humedales urbanos

La valorización económica de los humedales y de sitios de valor ya sea físico, histórico, económico y/o cultural es fundamental para justificar su conservación y demostrar su impacto positivo en la económica local. Para ello, se han desarrollado diferentes métodos que permiten cuantificar el valor de los servicios ecosistémicos que estos ecosistemas proveen o podrían proveer. Los modelos de valoración pueden clasificarse en dos grandes categorías: métodos basados en el mercado y métodos basados en valoración declarada. Cada uno de estos enfoques tiene criterios específicos de aplicación y ha sido utilizado en diversos estudios de casos a nivel mundial (Groot et al., 2012).

1. Métodos basados en el Mercado

Los métodos basados en el mercado utilizan datos observables sobre el comportamiento económico de los individuos y las empresas para estimar el valor de los humedales urbanos. Estos métodos son útiles cuando existen transacciones de mercado relacionadas con los servicios ecosistémicos de los humedales (Freeman, 2014).

1.1. Método de Costos de Viaje (Travel Cost Method – TCM)

Este método fue desarrollado en la década de 1940 por Harold Hotelling como una alternativa para valorar económicamente bienes ambientales sin precio de mercado, basándose en el gasto realizado por los visitantes para acceder a estos espacios (Hotelling, 1947). Posteriormente, Clawson y Knetsch en 1966 formalizaron el método, aplicándolo a parques nacionales y reservas naturales.

Criterios de aplicación

- **Recolección de Datos:** Se recopilan datos sobre los gastos incurridos por los visitantes, incluyendo transporte, alojamiento, alimentación y tiempo invertido en el viaje.
- **Función de Demanda Recreativa:** Se analiza como varía la frecuencia de visitas en función de los costos de viaje, permitiendo estimar la relación entre el costo y la demanda.
- **Cálculo del Excedente del Consumidor:** Se determina el beneficio neto que los visitantes obtienen del humedal, representando el valor económico del servicio recreativo.

Esquema de funcionamiento del TCM:

1. **Identificación del sitio recreativo:** Selección del lugar a evaluar.
2. **Encuestas a visitantes:** Recolección de datos sobre gastos y frecuencias de visita.
3. **Análisis de datos:** Estimación de la función de demanda recreativa.
4. **Cálculo del valor económico:** Determinación del excedente del consumidor.

Casos de aplicación

- **Parque nacional de los Everglades, Estados Unidos:** Se utilizó este método para estimar el valor recreativo del parque, justificando inversiones en conservación y mejora de infraestructura.
- **Humedales de Kakadu, Australia:** El método ayudó a valorar económicamente las actividades turísticas, respaldando políticas de manejo sostenible.

Limitaciones

- Accesibilidad limitada: No considera a personas que valoran el humedal, pero no pueden visitarlo debido a restricciones físicas o económicas.
- Subestimación del valor total: Al centrarse únicamente en el uso recreativo, puede omitir otros valores ecosistémicos, como la biodiversidad o la regulación climática.
- Complejidad en la recolección de datos: Requiere encuestas detalladas y representativas, lo que puede ser costoso y laborioso.

1.2. Método de Precios Hedónicos (Hedonic Pricing Method – HPM)

El método de Precios Hedónicos (HPM) fue formalizado por Rosen en 1974, quien propuso que los precios de mercado de bienes y servicios pueden descomponerse en distintos atributos, incluyendo los ambientales. Su aplicación en la valoración de humedales se basa en la relación entre la proximidad a estos ecosistemas y el valor de las propiedades inmobiliarias (Rosen. 1974).

Criterios de aplicación

- Recolección de Datos Inmobiliarios: Se recopilan datos sobre precios de propiedades y características, incluyendo ubicación, tamaño y proximidad a humedales.
- Modelado econométrico: Se utilizan técnicas estadísticas para aislar el efecto de la proximidad al humedal en el precio de la propiedad, controlando por otras variables.
- Estimación del Valor Marginal: Se determina cuanto incrementa o disminuye el valor de una propiedad por unidad de proximidad al humedal.

Esquema de funcionamiento del HPM:

1. Recolección de datos: Obtención de información detallada sobre propiedades y sus características.

2. Análisis Estadístico: Aplicación de modelos econométricos para determinar la influencia de la proximidad al humedal.
3. Interpretación de Resultados: Estimación del valor económico asociado a la proximidad al humedal.

Casos de aplicación

- Lago Tahoe, Estados Unidos: Se encontró que las propiedades con vistas al lago tenían un valor significativamente mayor, destacando la importancia de las amenidades naturales en la valoración inmobiliaria.
- Humedales urbanos en Nueva Zelanda: El HPM se utilizó para demostrar que la cercanía a humedales urbanos incrementaba el valor de las propiedades residenciales, apoyando políticas de conservación urbana.

Limitaciones

- Requiere datos detallados: Necesita información precisa sobre transacciones inmobiliarias y características de las propiedades, lo cual puede no estar siempre disponible.
- Complejidad analítica: Requiere conocimientos avanzados en econometría para realizar análisis robustos y evitar sesgos.
- Limitación a valores de uso: No captura valores no relacionados con el mercado, como valores culturales o espirituales asociados al humedal.

1.3. Método de Costo de Reemplazo (Replacement Cost Method – RCM)

El Método de Costo de Reemplazo surge en la década de 1980 como una respuesta a la necesidad de valorar los servicios ecosistémicos en términos de los costos que implicaría reemplazarlos con infraestructura artificial (Freeman, 1993). Se ha utilizado para justificar inversiones en conservación de humedales como alternativa a obras de ingeniería costosas.

Criterios de aplicación

- **Identificación de servicios ecosistémicos:** Se determinan los servicios proporcionados por el humedal, como la regulación hídrica, control de inundaciones y purificación de agua.
- **Estimación de costos de sustitución:** Se calculan los costos de implementar infraestructuras o medidas que puedan reemplazar los servicios naturales, como plantas de tratamiento de agua, construcción de diques o sistemas de riego alternativo.
- **Comparación de costos:** Se comparan los costos de implementación y mantenimiento de las infraestructuras artificiales con el costo de conservar el humedal, destacando cual opción es más eficiente y sostenible en el tiempo.

Esquema de funcionamiento

1. **Identificación de los Servicios Ecosistémicos:** Definir que funciones del humedal son esenciales para la sociedad.
2. **Búsqueda de Alternativas de Sustitución:** Determinar que infraestructuras podrían replicar estos servicios.
3. **Cálculo de Costos:** Estimar cuánto costaría construir y mantener las infraestructuras necesarias.
4. **Análisis Comparativo:** Evaluar si es más rentable conservar el humedal o sustituir sus funciones con tecnología artificial.

Casos de aplicación

- Protección Costera en Nueva Orleans, Estados Unidos: Tras la devastación causada por el huracán Katrina, estudios demostraron que la restauración de humedales costeros sería más económica y efectiva para la reducción de inundaciones que la construcción de barreras de concreto (Bockstael et al., 1989).
- Humedales en los Países Bajos: Se utilizó el método para evaluar la restauración de humedales como alternativa a la construcción de costosos sistemas de defensa contra inundaciones (Freeman, 1993).
- Sistema de Humedales en China: El gobierno chino ha evaluado el costo de construir plantas de tratamiento de agua en comparación con la restauración de humedales degradados, concluyendo que la recuperación ecológica es más rentable a largo plazo (Hanley et al., 2003).

Limitaciones

- Falta de datos precisos: Es necesario contar con información detallada sobre los costos de construcción y mantenimiento de infraestructuras alternativas.
- Valoración parcial: No incluye valores culturales, recreativos o estéticos del humedal, centrándose solo en aspectos funcionales.
- Dificultad en la estimación del costo futuro: Las condiciones ambientales cambian con el tiempo, lo que puede hacer que los costos proyectados sean inexactos.

2. Métodos basados en Valoración Declarada

Los métodos de valoración declarada se basan en encuestas y estudios de percepción para estimar el valor que las personas asignan a la conservación de un humedal. Estos enfoques permiten capturar valores que no tienen transacciones de mercado asociadas, como los beneficios estéticos, espirituales o educativos (Hanley et al., 2003).

2.1. Método de Valoración Contingente (Contingent Valuation Method - CVM)

El Método de Valoración Contingente (CVM) fue desarrollado por Davis en 1963 y se consolidó en la década de 1980 con su aplicación en estudios de calidad ambiental y conservación de ecosistemas. Se utiliza ampliamente en estudios de política ambiental, ya que permite medir la disposición a pagar (WTP) de las personas por la protección de un humedal o su disposición a aceptar compensaciones (WTA) en caso de degradación (Davis, 1963).

Criterios de aplicación

- Diseños de encuestas: Se presentan escenarios hipotéticos a los encuestados sobre la mejora o degradación del humedal.
- Medición de la disposición a pagar (WTP): Se pregunta a los individuos cuánto estarían dispuestos a pagar por conserva el humedal.
- Medición de la disposición a aceptar (WTA): Se evalúa cuánto dinero aceptarían como compensación en caso de que el humedal fuera destruido o alterado.
- Análisis de datos: Se utilizan modelos estadísticos para estimar el valor agregado de la conservación del humedal basado en la respuesta de la población.

Esquema de funcionamiento

1. Diseño de encuestas: Se presentan escenarios hipotéticos a los encuestados sobre la mejora o degradación del humedal.

2. Aplicación de encuestas: Recolección de datos a través de entrevistas o formularios.
3. Análisis de datos: Procesamiento de respuestas y estimación de la disposición a pagar o aceptar.
4. Cálculo del valor económico: Determinación del valor total del humedal en función de las preferencias de la sociedad.

Casos de Aplicación

- Laguna de la Nava, España: Se utilizó el CVM para evaluar la percepción de los residentes sobre la conservación del humedal, permitiendo la implementación de programas de restauración (Hanley et al., 2003).
- Estuario del Río Tajo, Portugal: Se aplicó este método para cuantificar la disposición a pagar por mejoras en la calidad del agua del estuario, generando información clave para la toma de decisiones gubernamentales (Murphy et al., 2019).
- Humedales en Estados Unidos: En un estudio nacional, se estimó que los ciudadanos estaban dispuestos a pagar impuestos adicionales para proteger humedales urbanos que contribuyeran a la reducción de inundaciones y la mejora de la calidad del aire (Verma & Negandhi, 2011).

Limitaciones

- Sesgo de respuestas: Algunas personas pueden exagerar su disposición a pagar, mientras que otras pueden subestimarla.
- Hipoteticidad: Al no haber transacciones reales, los resultados dependen de la credibilidad del escenario presentado.
- Dificultad en la implementación de resultados: Puede ser complicado traducir la disposición a pagar en políticas de financiamiento y conservación efectivas.

Nuevos métodos de valorización económica aplicado a humedales urbanos

Además de los métodos expuestos, existen enfoques alternativos que complementan la estimación del valor económico de los humedales y sitios de conservación. Estos métodos permiten evaluar aspectos adicionales como los costos evitados, las preferencias declaradas y el impacto en la productividad de sectores económicos.

3. Métodos Basados en Preferencias Declaradas

3.1. Método de Elección Discreta (Choice Modeling - CM)

El método de elección discreta se desarrolló a partir de los estudios de Louviere et al. En el año 2000 y se basa en el análisis de decisiones bajo escenarios hipotéticos. Se utiliza en estudios ambientales para evaluar preferencias sociales sobre distintos atributos del humedal.

Esquema de funcionamiento

1. Diseño de encuestas: Crear escenarios con distintas combinaciones de atributos del humedal y costos asociados.
2. Recolección de datos: Aplicar las encuestas a una muestra representativa de la población.
3. Análisis Estadístico: Utilizar modelos econométricos para estimar la importancia de cada atributo y la disposición a pagar por mejoras específicas.

Casos de Aplicación

- Humedal de Pantanal, Brasil: Se utilizó para evaluar la disposición de los ciudadanos a pagar por su conservación (Mishra, 2017).

- Laguna de Xochimilco, México: Permitió valorar la importancia de distintos atributos ecológicos y recreativos para la población local (Verma & Negandhi, 2011).

Aplicaciones y Limitaciones

Este método es adecuado para valorar múltiples atributos de los humedales y entender las preferencias de la sociedad. No obstante, su implementación puede ser costosa y compleja debido al diseño y análisis de las encuestas a la vez que estar sujeta a sesgos en las respuestas.

4. Métodos basados en Costos de Oportunidad

4.1. Método de productividad marginal (Marginal Productivity Method - MPM)

El método de productividad marginal se originó en estudios de economía agrícola y se ha aplicado a la valoración de ecosistemas en función de su contribución a la producción de bienes y servicios (Freeman, 1993).

Esquema de funcionamiento:

1. Identificación de Actividades Dependientes: Determinar las actividades económicas que dependen de los servicios del humedal.
2. Análisis de Productividad: Evaluar cómo los servicios del humedal afectan la productividad de estas actividades.
3. Valoración Económica: Calcular el valor monetario de los servicios del humedal basándose en su contribución a la productividad.

Casos de Aplicación

- Pesquerías en el Delta del Mississippi, Estados Unidos: Se evaluó la importancia de los humedales en la reproducción de especies comerciales de peces y mariscos (Hanley et al., 2003).

- **Humedales en Vietnam:** Se utilizó este método para demostrar que la conservación de los manglares aumentaba la productividad de la pesca y reducía la vulnerabilidad de las comunidades costeras (Mishra, 2017).

Aplicaciones y Limitaciones

Este método es útil para valorar servicios ecosistémicos que tienen una relación directa con actividades económicas. Sin embargo, puede ser difícil aislar el impacto específico del humedal en la productividad debido a la influencia de otros factores. Además, no considera valores intangibles como el turismo o la biodiversidad.

Casos de éxito

Para fortalecer una propuesta de convertir la laguna de Aculeo en un humedal urbano a través de la valorización económica, es fundamental analizar casos exitosos para entender las estrategias implementadas.

- **Parque de Salburua, Vitoria-Gasteiz, España**

El Parque de Salburua fue un humedal desecado en el siglo XIX para uso agrícola. En 1994, se iniciaron trabajos de recuperación ecológica, incluyendo la anulación del drenaje de la laguna de Betoño y la construcción de un dique en el Canal de la Balsa en 1998. Estas acciones permitieron recuperar más de 200 hectáreas, de las cuales 60 son útiles en épocas de máxima inundación. Actualmente, Salburua es uno de los humedales continentales más relevantes de su entorno geográfico y está incluido en la lista de Humedales de Importancia Internacional del Convenio Ramsar desde 2002 (Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, 2024).

- **Humedal Urbano Parque Humedal Baquedano, Llanquihue, Chile**

El humedal Baquedano ha perdido más del 90% de su superficie desde 1962 debido a la expansión urbana. En 2017, la Fundación Legado Chile implementó un Plan de Acción Medioambiental participativo, involucrando a la comunidad local en su conservación. Se llevaron a cabo jornadas de restauración ecológica comunitaria, incluyendo la plantación de especies nativas y la mejora del suelo, lo que ha contribuido a la recuperación del ecosistema (Ministerio del Medio Ambiente de Chile, 2021). Además, se han construido pasarelas que protegen el área entregándole un valor adicional a este lugar.

Casos nacionales relevantes y consideraciones

La aplicación de la Ley de humedales urbanos en Chile ha generado precedentes significativos en nuestro país. Por ejemplo, en el caso del Humedal Estuario Los Molles, la declaración como humedal urbano llevó a disputas legales con inmobiliarias que buscaban desarrollar proyectos en la zona. El Tribunal Ambiental ordenó una nueva delimitación del humedal, enfatizando la conexión hidrológica y la sustentabilidad del sistema.

Otro caso importante es el humedal de Quilicura, también conocido como Kula Kura, constituye uno de los ecosistemas urbanos más relevantes del área metropolitana de Santiago. Con una superficie aproximada de 468 hectáreas distribuidas en tres sectores, este humedal ha sido reconocido tanto por su valor ecológico como por su importancia para las comunidades locales que lo rodean (Ministerio del Medio Ambiente, 2021).

En el marco de la ley de humedales urbanos en Chile, que entró en vigor en 2020 con el objetivo de proteger los humedales urbanos en Chile, la Municipalidad de Quilicura solicitó al Ministerio del Medio Ambiente su inclusión oficial como humedal urbano. En respuesta, el Ministerio emitió la Resolución Exenta N° 616 el 24 de junio de 2021, declarando oficialmente protegidas las zonas mencionadas bajo esta nueva categoría legal (MM1, 2021).

Sin embargo, este proceso no estuvo exento de controversias. Tres actores privados, dos empresas y una persona particular, interpusieron reclamaciones judiciales ante el Segundo

Tribunal Ambiental. Estas partes argumentaron, entre otras razones, que no se cumplían los criterios técnicos establecidos por la normativa para declarar dichas zonas como humedales urbanos. Además, señalaron una supuesta falta de participación ciudadana adecuada, errores en la delimitación de áreas protegidas y afectación a derechos de propiedad asociados a proyectos inmobiliarios en desarrollo (Segundo Tribunal Ambiental, 2022).

Actualmente, el Ministerio del Medio Ambiente se encuentra elaborando una nueva ficha técnica y evaluando nuevamente la factibilidad de declarar estas zonas como humedal urbano conforme a los criterios legales vigentes. Mientras tanto, la comunidad de Quilicura, junto con organizaciones ambientales, académicas y algunos actores del sector privado, ha continuado desarrollando actividades de conservación y restauración ecológica. Entre estas destacan limpiezas comunitarias, talleres educativos y procesos participativos impulsados por colectivos como el Observatorio Kula-Kura, así como el proyecto universitario “Reintegrando humedales”, liderado por estudiantes de la universidad de Chile (Universidad de Chile. 2023).

Además, actores internacionales como la embajada de Países Bajos y Google han financiado y participado en iniciativas locales de transformación territorial, destacando, por ejemplo, la reconversión de un vertedero ilegal en un espacio verde comunitario cercano al humedal (24 Horas, 2023). A pesar de que el respaldo legal formal está aún en disputa, estos esfuerzos reflejan el fuerte compromiso comunitario con la preservación y valorización del ecosistema.

No fue hasta abril de 2025 que finalmente el tribunal falló a favor de restituir la nominación de humedal urbano, algo que la alcaldesa de la comuna Paulina Bobadilla resaltó esto como una doble victoria: “No solo es una victoria legal, sino también un triunfo de nuestra comunidad organizada y comprometida con el medio ambiente”. Por otro lado, desde el ministerio del medio ambiente, la seremi de la región metropolitana, Sonia Reyes, explicó el esfuerzo técnico y legal desplegado durante el proceso: “Esta nueva declaratoria del humedal urbano de Quilicura requirió un acucioso trabajo técnico y jurídico, que revisó todos los aspectos ecológicos y geográficos, la flora y la fauna del humedal, la hidrología y los suelos, entre muchos antecedentes, tanto en terreno como a través de imágenes satelitales”.

Este caso evidencia la tensión existente entre el desarrollo urbano, intereses privados y conservación ambiental en contextos metropolitanos. Asimismo, subraya la relevancia de articular procesos técnicos robustos, marcos legales claros y una participación y compromiso ciudadano efectiva como pilares para la gestión sostenible de los humedales urbanos.

Es así como declarar la laguna de Aculeo como humedal urbano implicaría una diferenciación legal significativa que fortalecería su protección y gestión sostenible. Este estatus legal proporcionaría herramientas específicas para su conservación, integrándola en la planificación territorial y asegurando una evaluación rigurosa de cualquier proyecto que pudiera afectarla. Además, obligaría a las autoridades a hacer una revisión exhaustiva de quienes hoy en día hacen uso y con que fines del recurso hídrico y del terreno alrededor de la laguna. Sin embargo, este proceso debe ser meticuloso y preciso además de incluir a todos los actores correspondientes para lograr así que la conversión sea consensuada por todas las partes y ya que esto parece ser la clave para lograr el objetivo principal.

Marco legal de Humedales urbanos en Chile

Contexto legal actual de la laguna de Aculeo

En su estado actual, la laguna de Aculeo está sujeta a las regulaciones generales aplicables a cuerpos de agua en Chile. Estas normativas, aunque relevantes, no ofrecen una protección específica adaptada a las particularidades de los humedales urbanos. Por ejemplo, la legislación vigente no necesariamente obliga a que los proyectos que puedan afectar a la laguna se sometan a una evaluación ambiental exhaustiva, lo que podría dejarla vulnerable a intervenciones que comprometan su integridad ecológica. Además, es esta condición de cuerpo de agua de la laguna, la que comunidades locales apuntan como responsables de la sequía de la laguna ocurrida en 2018.

Implicaciones legales de la declaración de la laguna como humedal urbano

La promulgación de la ley 21.202, conocida como la Ley de Humedales Urbanos, en enero de 2020, estableció un marco legal específico para la protección de estos ecosistemas en áreas urbanas. Esta ley define los humedales urbanos como:

“Todas aquellas extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean estas 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 encuentra total o parcialmente dentro del límite urbano”.

Así, al ser declarada humedal urbano, la laguna de Aculeo se beneficiaría de varias disposiciones legales específicas tales como:

1. **Inclusión en instrumentos de Planificación Territorial:** La ley obliga a que los humedales urbanos sean considerados en los planes reguladores comunales y otros instrumentos de ordenamiento territorial, garantizando su protección y uso sostenible en el desarrollo urbano.
2. **Evaluación de Impacto Ambiental Obligatoria:** Cualquier proyecto que pueda afectar a un humedal urbano debe someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), asegurando una revisión detallada de los posibles impactos y la implementación de medidas de mitigación adecuadas.
3. **Participación e involucramiento de los municipios:** Las municipalidades tienen la facultad de solicitar al Ministerio del Medio Ambiente la declaración de humedales urbanos en su territorio, lo que fomenta una gestión local proactiva en la conservación de estos ecosistemas.
4. **Establecimiento de criterios mínimos de Sustentabilidad:** La ley establece criterios mínimos para sostenibilidad de los humedales urbanos, salvaguardando sus

características ecológicas y su funcionamiento, y manteniendo el régimen hidrológico, tanto en la superficie como en subterráneo.

ANÁLISIS Y PLAN DE ESTRATEGIA APLICABLE A LA LAGUNA DE ACULEO

La restauración de la laguna de Aculeo y su reconocimiento como humedal urbano representan un desafío que requiere una evaluación integral de aspectos ecológicos, económicos y sociales. A través de la revisión de experiencias previas en la restauración de humedales urbanos y la aplicación de modelos de valorización económica que ha permitido a sitios alrededor de todo el mundo cambiar sus destinos siendo preservados, reutilizados y conservados según los resultados obtenidos de la aplicación de modelos de valorización. De esta forma, este análisis buscará identificar estrategias viables que puedan garantizar la sostenibilidad del proyecto y que demuestren que convertir la laguna de Aculeo en un humedal urbano traerá beneficios de diversa índole a la zona y su comunidad considerando el diagnóstico realizado.

En este contexto, es posible que la aplicación de un enfoque multidisciplinario permitirá abordar la problemática desde distintas perspectivas, asegurando que la conversión del ecosistema sea viable no solo desde el punto de vista ambiental, sino también desde una mirada financiera y social.

Actores Clave

Para garantizar la viabilidad y éxito del proceso de valorización económica y conversión de la Laguna de Aculeo en un humedal urbano, es fundamental identificar los actores clave que desempeñarán un papel en el desarrollo, implementación y sostenibilidad del proyecto. Diversos estudios han señalado que la gestión efectiva de humedales urbanos requiere la colaboración de múltiples sectores, incluyendo el gobierno, la sociedad civil y el sector

privado (Mitsch & Gosselink, 2015; Ramsar Convention Secretariat, 2016) como se mencionan a continuación considerando la localización de la laguna:

1. Gobierno y Entidades Públicas

Encargados de regular y supervisar el proceso, asegurando el cumplimiento de las normativas ambientales y urbanísticas:

- Ministerio del Medio Ambiente: Responsable de la clasificación de humedales urbanos y la aplicación de políticas de conservación ((Ministerio del Medio Ambiente, 2020).
- Municipalidad de Paine: Clave para la planificación urbana, permisos y participación comunitaria.
- Gobierno Regional Metropolitano: Puede proveer financiamiento y alineación con estrategias regionales de sustentabilidad (OECD, 2021)
- Dirección General de Aguas: Supervisión del recurso hídrico y estudios de impacto ambiental (DGA, 2019).

2. Comunidad local y Organizaciones Sociales

La comunidad es el principal beneficiario del proyecto y su participación es fundamental para garantizar el uso sostenible del lugar, así como de promover y difundir el proyecto en el área:

- Residentes y propietarios de terrenos adyacentes: Sus intereses y necesidades deben ser considerados en el plan para evitar conflictos territoriales y asegurar el compromiso con el proyecto (MEA, 2005).
- Agricultores y empresarios turísticos: Afectados por la desaparición de la laguna, pueden beneficiarse de una nueva economía basada en la valorización ambiental (Barbier et al., 2011).

- ONG ambientales y agrupaciones ciudadanas: Pueden actuar como impulsores del proyecto proporcionando conocimiento técnico y generando presión política (Hollis, 1992).

3. Sector Privado y Financiadores

El involucramiento del sector privado puede aportar financiamiento, tecnología y gestión sostenible al proyecto:

- Empresas locales e inversionistas: Oportunidades en ecoturismo, educación ambiental y actividades recreativas en el sector (TEEB, 2010).
- Bancos e instituciones financieras: Posibles líneas de crédito o financiamiento de proyectos sostenibles.
- Universidades y Centros de Investigación: Apoyo en estudios de biodiversidad, impacto ecológico y estrategias de valorización económica que den sustento académico al proyecto en todas sus aristas (Costanza et al., 1997).

4. Organismos internacionales y Cooperación

Contar con respaldo de instituciones extranjeras puede proporcionar financiamiento, respaldo y guías basadas en casos exitosos en otras partes del mundo que puedan aportar en el proyecto.

- Convención Ramsar: Organización internacional que proporciona lineamientos sobre gestión de humedales a nivel global (Ramsar Convention Secretariat, 2016).
- Bancos de desarrollo (CAF, BID, Banco Mundial): Posibles fuentes de financiamiento para restauración ecológica (BID, 2020).
- Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA): Organización que puede aportar con asesoría técnica y fondos (UNEP, 2019).

Modelos de Valorización Económica Aplicables

Para respaldar una conversión de la laguna de Aculeo de un cuerpo de agua a un humedal urbano, se propone la aplicación de distintos modelos de valorización económica revisados que permitan cuantificar y capturar todos los beneficios de su restauración y proporcionar argumentos sólidos para la toma de decisiones por parte de los actores involucrados.

Así, los modelos aplicables serían:

- **Método de Costos de Viaje (Travel Cost Method – TCM):** Permite estimar el valor económico de los servicios recreativos y ecoturísticos a partir del gasto de los visitantes. Esta metodología ha sido utilizada en diversos parques nacionales y humedales urbanos para justificar inversiones en conservación (Hanley et al., 2003).
- **Método de Precios Hedónicos (Hedonic Pricing Model – HPM):** Evalúa el impacto de la restauración de un ecosistema en el valor de las propiedades cercanas. Estudios han demostrado que la proximidad a un humedal bien gestionado puede aumentar significativamente el valor inmobiliario (Rosen, 1974).
- **Método de Valoración Contingente (Contingent Valuation Method – CVM):** Consiste en encuestas a la comunidad para determinar su disposición a pagar por la conservación del humedal. Este método ha sido clave en proyectos de financiamiento de restauraciones ecológicas (Davis, 1963).
- **Método de Costos de Reemplazo (Replacement Cost Method – RCM):** Estima los costos que implicarían reemplazar los servicios ecosistémicos de un humedal mediante infraestructura artificial, justificando la inversión en su restauración (Freeman, 1993).

Con estos modelos en consideración, se vuelve clave entonces diseñar un plan estratégico que garantice la estabilidad del ecosistema, fomente la participación ciudadana y asegure un modelo de gobernanza que proteja el recurso hídrico a largo plazo y que integre estos métodos de valoración económica. De esta forma, se propone un plan estratégico de varias etapas interconectadas que garanticen tanto la viabilidad técnica como el respaldo legal necesario para su protección y gestión sostenible:

1. Generación de Bases Técnicas y Comunitarias

- Diagnóstico inicial: Realizar estudios técnicos y científicos que respalden la necesidad de protección del ecosistema, incluyendo evaluaciones de biodiversidad, calidad del agua y presión antrópica.
- Movilización comunitaria: Sensibilizar a la población local sobre la importancia de convertir la laguna en un humedal urbano mediante talleres, charlas, campañas informativas y actividades educativas.
- Establecer un comité de gestión: Formar una organización conformada por actores clave de interés para la zona como residentes, expertos en medio ambiente, autoridades locales, ONGs y empresarios de la zona.

2. Implementación de Iniciativas Locales

- Infraestructura ecológica: Iniciar pequeños proyectos de restauración con recursos locales, como la reforestación con especies nativas y la instalación de barreras naturales contra la erosión.
- Regulación del uso del agua: Desarrollar un sistema de monitoreo participativo para controlar la extracción de agua y detectar actividades que afecten el equilibrio hídrico del ecosistema.

- Fomento del ecoturismo: Promover actividades económicas sostenibles, como rutas educativas, avistamiento de aves y turismo de naturaleza, que generen ingresos para la conservación del área.

3. Formalización del Proceso de Declaratoria Legal

- Elaboración de un expediente técnico: Reunir evidencia científica, antecedentes históricos y estudios de impacto que respalden la solicitud de declaratoria como humedal urbano bajo la Ley 21.202.
- Presentación ante autoridades competentes: Ingresar la solicitud formal al Ministerio del Medio Ambiente, incluyendo cartas de apoyo de actores relevantes y documentación de respaldo.
- Vinculación con entidades políticas y académicas: Establecer alianzas con universidades, centros de investigación y autoridades municipales para fortalecer la argumentación técnica y legal.

4. Obtención de la Declaratoria de Humedal Urbano

- Revisión y ajuste de normativas locales, es decir, una vez obtenida la declaratoria, se deben actualizar los planes de ordenamiento territorial y regulación de uso del suelo para garantizar la protección del humedal.
- Creación de un plan de manejo: Definir estrategias de largo plazo para la gestión del humedal, estableciendo lineamientos claros para su conservación, uso sostenible y financiamiento ya sea público o privado a través de concesiones que cumplan con requisitos previamente establecidos.
- Acceso a fondos de conservación: Con el respaldo legal garantizado y consolidado, se pueden postular proyectos de financiamiento estatal e internacional para la restauración y mantenimiento del ecosistema.

5. Monitoreo y Evaluación Continua

- Seguimiento del impacto de las acciones implementadas: Evaluar periódicamente la efectividad de las estrategias aplicadas y realizar ajustes según las necesidades del ecosistema.
- Participación de la comunidad: Mantener la involucración ciudadana en la gestión del humedal, asegurando que el compromiso con la protección del área sea sostenido en el tiempo y que las acciones tomadas son en consenso con la comunidad.
- Adaptabilidad y Resiliencia: Incorporar medidas flexibles que permitan responder a cambios climáticos y nuevas presiones ambientales.

Indicadores de éxito

Luego, para monitorear el avance de cada fase del plan estratégico, se proponen además indicadores cuantificables y cualitativos para así medir el impacto en términos ecológico, económico y social. De esta forma, cada fase estará relacionada con diferentes indicadores que ayudarán a monitorear y controlar el avance del plan estratégico:

Indicadores Fase 1

Indicadores Técnicos

- Número de estudios técnicos completados (hidrológicos, sociales, económicos, socioeconómicos, etc.)
- Mapeo de servicios ecosistémicos identificados y cuantificados.
- Cantidad de fuentes de financiamiento identificables y aplicadas.

Indicadores Comunitarios

- Número de reuniones y talleres de participación comunitaria realizados.
- Nivel de conocimiento y percepción de la comunidad sobre la restauración del humedal (medido a través de encuestas pre y post).

- Grado de involucramiento de actores locales en el proceso (número de firmas de apoyo o acuerdos de colaboración).

Indicadores Económicos

- Fondos asegurados para la implementación de la fase siguiente (montos y porcentajes del presupuesto).
- Estudios de valorización económica completados.

Indicadores Fase 2

Indicadores Ambientales

- Superficie restaurada
- Número de especies reintroducidas en el ecosistema (si es que aplica)
- índices de mejora en la calidad del agua (reducción de contaminantes y aumento en niveles de oxígeno disuelto)
- Número de medidas de control implementadas para evitar actividades nocivas (regulación transportes motorizados, uso de suelo, restricción a industrias contaminantes).

Indicadores Económicos

- Cantidad de emprendimientos vinculados al ecoturismo y conservación ambiental (negocios activos en la zona).
- Número de empleos generados en actividades sostenibles (educación ambiental, ecoturismo, reforestación, etc.)
- Inversión privada en iniciativas vinculadas al humedal (montos comprometidos).

Indicadores Sociales

- Cantidad de visitantes al lugar.
- Percepción de la comunidad sobre los cambios implementados (medido mediante encuestas de satisfacción).

Indicadores Fase 3

Indicadores Normativos

- Número de reuniones con entidades gubernamentales para validación del proceso.
- Número de acuerdos y convenios firmados con instituciones públicas y privadas para la protección de la zona.

Indicadores Sociales

- Percepción de la comunidad de los beneficios del humedal (medido mediante encuestas de satisfacción).

Indicadores Fase 4

Indicadores Económicos

- Ingresos generados vía turismo sostenible y actividades económicas vinculadas al humedal.
- Crecimiento en el valor de las propiedades cercanas al humedal debido a su restauración y reconocimiento legal como humedal urbano.

Indicadores Ambientales

- Incremento en la biodiversidad (número de especies observadas y monitoreadas).
- Mejora en la calidad del agua y restauración de funciones ecológicas.
- Implementación de estrategias de adaptación al cambio climático dentro de la zona.

Indicadores Sociales

- Aumento número de visitantes a la zona.

- Creación de programas educativos y actividades culturales en torno al humedal y la zona.

De esta forma, se propone el siguiente plan estratégico basado en la valoración económica de la laguna de Aculeo para convertirla en un humedal urbano:

Tabla 2. Plan estratégico integrado de valorización económica propuesto. Fuente: Elaboración propia.

Plazos estimados	Fase del Plan Estratégico	Método Aplicable	Objetivo	Indicadores
0 - 2 años	1. Generación de Bases Técnicas y Comunitarias	Método de Valoración Contingente (CVM)	Identificar la percepción y disposición de la comunidad a pagar por la restauración del humedal y su conservación. Sirve como argumento inicial para justificar el proyecto.	Indicadores Técnicos <ul style="list-style-type: none"> •Número de estudios técnicos completados (hidrológicos, sociales, económicos, socioeconómicos, etc.) •Mapeo de servicios ecosistémicos identificados y cuantificados.
		Método de Costos de Reemplazo (RCM)	Comparar los costos de restaurar el humedal con los costos de alternativas artificiales (ejemplo: plantas de tratamiento de agua o diques contra inundaciones). Demuestra la eficiencia económica de la restauración.	Indicadores Comunitarios <ul style="list-style-type: none"> •Número de reuniones y talleres de participación comunitaria realizados. •Nivel de conocimiento y percepción de la comunidad sobre la restauración del humedal (medido a través de encuestas pre y post). •Grado de involucramiento de actores locales en el proceso (número de firmas de apoyo o acuerdos de colaboración). Indicadores Económicos <ul style="list-style-type: none"> •Fondos asegurados para la implementación de la fase siguiente (montos y porcentajes del presupuesto). •Estudios de valorización económica completados.
2 - 4 años	2. Implementación de Iniciativas Locales	Método de Costos de Viaje (TCM)	Analizar cuánto estarían dispuestos a gastar los visitantes en actividades recreativas/ecoturismo. Esto permite proyectar el impacto económico del turismo sustentable.	Indicadores Ambientales <ul style="list-style-type: none"> •Superficie restaurada •Número de especies reintroducidas en el ecosistema (si es que aplica)
		Método de Precios Hedónicos (HPM)	Evaluar cómo la restauración del humedal puede incrementar el valor de las propiedades cercanas. Justifica	<ul style="list-style-type: none"> •Índices de mejora en la calidad del agua (reducción de contaminantes y aumento en niveles de oxígeno disuelto)

			inversiones en infraestructura y conservación.	<ul style="list-style-type: none"> •Número de medidas de control implementadas para evitar actividades nocivas (regulación transportes motorizados, uso de suelo, restricción a industrias contaminantes). <p>Indicadores Económicos</p> <ul style="list-style-type: none"> •Cantidad de emprendimientos vinculados al ecoturismo y conservación ambiental (negocios activos en la zona). •Número de empleos generados en actividades sostenibles (educación ambiental, ecoturismo, reforestación, etc.) •Inversión privada en iniciativas vinculadas al humedal (montos comprometidos). <p>Indicadores Sociales</p> <ul style="list-style-type: none"> •Cantidad de visitantes al lugar. •Percepción de la comunidad sobre los cambios implementados (medido mediante encuestas de satisfacción).
4 – 5 años	3. Formalización del Proceso de Declaración Legal	Método de Costos de Reemplazo (RCM)	Incluir este análisis en la solicitud legal para argumentar que el humedal proporciona servicios ecosistémicos más económicos y eficientes que obras de infraestructura artificial.	<p>Indicadores Normativos</p> <ul style="list-style-type: none"> •Número de reuniones con entidades gubernamentales para validación del proceso. •Número de acuerdos y convenios firmados con instituciones públicas y privadas para la protección de la zona. <p>Indicadores Sociales</p> <ul style="list-style-type: none"> •Percepción de la comunidad de los beneficios del humedal (medido mediante encuestas de satisfacción).
		Método de Valoración Contingente (CVM)	Presentar los resultados de las encuestas como evidencia de que la comunidad apoya la conversión en humedal urbano, reforzando el expediente técnico.	
0 – 1 años	4. Obtención de la Declaratoria de Humedal Urbano	Método de Precios Hédonicos (HPM)	Monitorear la evolución del valor inmobiliario para atraer inversiones responsables y generar mecanismos de financiamiento para la conservación.	<p>Indicadores Económicos</p> <ul style="list-style-type: none"> •Ingresos generados vía turismo sostenible y actividades económicas vinculadas al humedal. •Crecimiento en el valor de las propiedades cercanas al humedal debido a su restauración y reconocimiento legal como humedal urbano. <p>Indicadores Ambientales</p> <ul style="list-style-type: none"> •Incremento en la biodiversidad (número de especies observadas y monitoreadas). •Mejora en la calidad del agua y restauración de funciones ecológicas. •Implementación de estrategias de adaptación al cambio climático dentro de la zona.

				Indicadores Sociales <ul style="list-style-type: none"> •Aumento número de visitantes a la zona. •Creación de programas educativos y actividades culturales en torno al humedal y la zona.
	5. Monitoreo y Evaluación Continua	Método de Costos de Viaje (TCM)	Realizar evaluaciones periódicas de la afluencia de visitantes y su gasto para ajustar estrategias turísticas y recreativas.	
		Método de Valoración Contingente (CVM)	Aplicar encuestas regulares a la comunidad para evaluar la percepción del humedal y su impacto en la calidad de vida local.	

Ventajas y Desventajas del Plan

Si bien el presente plan estratégico ofrece una alternativa teóricamente viable para la conservación y valorización de la laguna de Aculeo para su conversión a humedal urbano, es fundamental analizar las ventajas y desventajas en función de la realidad chilena y de los desafíos actuales del ecosistema.

Ventajas

- **Sostenibilidad ambiental:** El plan contempla la conversión de la laguna de Aculeo en un humedal urbano, el cual es el principal objetivo y esto aseguraría la conservación del ecosistema y su biodiversidad.
- **Desarrollo económico local:** El ecoturismo y la valorización del suelo podrían generar fuentes de ingreso sostenibles.
- **Acceso a financiamiento:** La declaración facilitaría la postulación a fondos nacionales e internacionales para la restauración
- **Reducción de conflictos hídricos:** Un marco regulador claro evitaría no solo la sobreexplotación de los recursos hídricos, sino también de las actividades realizadas en el lugar.
- **Identidad cultural:** La protección del área y el trabajo en conjunto para su conservación genera una identidad cultural colectiva alrededor del lugar.

Desventajas

- **Coordinación:** Al ser un proyecto multisectorial, impulsar y generar interés se vuelve clave para la prosperidad del plan.
- **Dificultades en la gestión del agua:** La regulación chilena actual enfrenta una gran resistencia por parte de actores con intereses económicos en su explotación o uso.
- **Proceso burocrático complejo:** La declaratoria como humedal urbano requiere tiempo y esfuerzos legales prolongados.
- **Financiamiento inicial:** A pesar de los beneficios a largo plazo, el inicio del proceso requiere de una inversión sin retorno inmediato.
- **Cambio cultural y social:** Se requiere un esfuerzo educativo para que la comunidad y sectores privados adopten nuevas prácticas de uso del territorio.

CONCLUSIONES GENERALES

A lo largo de este estudio se ha planteado que la reconversión de la laguna de Aculeo en un humedal urbano no solo representa una oportunidad para enfrentar una nueva crisis ambiental y social de gran escala en el lugar, sino también una posibilidad real de regeneración territorial si se aborda desde una perspectiva estratégica. El análisis realizado permite afirmar que la mera intención de recuperar el ecosistema no basta: es necesario contar con un plan estructurado, integrador y orientado a resultados que considere tanto las dimensiones ecológicas como económicas, sociales y culturales del territorio.

En ese sentido, el modelo de valorización económica propuesto y el plan estratégico que lo acompaña no solo sirven como instrumentos técnicos, sino que se transforman en herramientas clave para aumentar significativamente las probabilidades de éxito de esta iniciativa. A través de una metodología clara, basada en evidencia y adaptable a la realidad local, se ha logrado identificar los actores relevantes, los recursos disponibles, los incentivos económicos posibles y los escenarios de acción más viables. Esta planificación detallada permite tomar decisiones informadas, minimizar los riesgos y visibilizar los beneficios concretos que la conversión en humedal urbano puede traer tanto a las comunidades locales, autoridades responsables y empresas locales responsables de la gestión del territorio.

Además, la propuesta pone en valor la necesidad de integrar la sostenibilidad ambiental con el desarrollo económico. El enfoque estratégico desarrollado no busca simplemente restaurar un espacio natural perdido, sino reposicionar a la laguna de Aculeo como un nodo ecológico y social con un nuevo propósito: proveer servicios ecosistémicos clave, ser un motor de educación ambiental y convertirse en un referente de innovación territorial. En este contexto, la implementación del plan no es un fin en si mismo, sino un medio para lograr una transformación profunda, sistémica y sostenible.

Finalmente, esta experiencia evidencia que la recuperación de ecosistemas no puede estar desligada de una visión de largo plazo ni de una gobernanza activa y articulada. En tiempos donde los efectos del cambio climático y la degradación ambiental se hacen cada vez más evidentes, contar con planes estratégicos como el desarrollado en este trabajo no solo es deseable, sino indispensable. La laguna de Aculeo puede y debe convertirse en un ejemplo

de como es posible regenerar la relación entre las comunidades y su entorno natural, siempre que dicha transformación esté guiada por una hoja de ruta coherente, participativa y con visión de futuro.

BIBLIOGRAFÍA

Alfonsi, V. (2024). Aculeo: Humedal Urbano. Extraído desde <https://www.greenpeace.org/chile/tag/lagunaaculeo/>

InduAmbiente. (2024). Investigación concluyó que Laguna de Aculeo se secó por la acción humana. Extraído el 18 de diciembre de 2024, de <https://www.induambiente.com/actualidad/noticias/investigacion-concluyo-que-laguna-de-aculeo-se-seco-por-la-accion->

United Nations. (2024). ¿Qué es el cambio climático? Naciones Unidas. Extraído el 08 de enero de 2024, de <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change>

Ministerio del Medio Ambiente. (2024). Aumento de temperatura. Recuperado de <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/#:~:text=Aumento%20de%20temperatura&text=E1%202019%20fue%20el%20tercer,0.21%C2%B0C%>

Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2). (2014). Dirección Meteorológica: 2003-2013 es la década más seca de los últimos 150 años. Recuperado de <https://www.cr2.cl/direccion-meteorologica-2003-2013-es-la-decada-mas-seca-de-los-ultimos-150-anos/>

IPCC Fifth Assessment Report: IPCC. (2014). Fifth Assessment Report, Summary for Policymakers. Recuperado de [<https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>]

National Centers for Environmental Information. (2024). Climate Monitoring: References and indicators. Recuperado de <https://www.ncdc.noaa.gov/monitoring-references/faq/indicators.php>

Climatic Research Unit. (2024). CRU temperature data. University of East Anglia. Recuperado de <https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/temperature/>

NASA Goddard Institute for Space Studies. (2024). GISTEMP: Global surface temperature data. Recuperado de <http://data.giss.nasa.gov/gistemp>

Levitus, S., Antonov, J., Boyer, T., Baranova, O., Garcia, H., Locarnini, R., Mishonov, A., Reagan, J., Seidov, D., Yarosh, E., & Zweng, M. (2017). NCEI ocean heat content, temperature anomalies, salinity anomalies, thermosteric sea level anomalies, halosteric sea level anomalies, and total steric sea level anomalies from 1955 to present calculated from in situ oceanographic subsurface profile data (NCEI Accession 0164586) (Version 4.4). NOAA National Centers for Environmental Information. Dataset. <https://doi.org/10.7289/V53F4MVP>

Velicogna, I., Mohajerani, Y., A, G., Landerer, F., Mouginot, J., Noel, B., Rignot, E., Sutterly, T., van den Broeke, M., van Wessem, M., & Wiese, D. (2020). Continuity of ice sheet mass loss in Greenland and Antarctica from the GRACE and GRACE Follow-On missions. *Geophysical Research Letters*, 47(8), e2020GL087291. <https://doi.org/10.1029/2020GL087291>

World Glacier Monitoring Service. (2024). Glacier mass balance. National Snow and Ice Data Center. Recuperado de https://nsidc.org/cryosphere/sotc/glacier_balance.html

Nerem, R. S., Beckley, B. D., Fasullo, J. T., Hamlington, B. D., Masters, D., & Mitchum, G. T. (2018). Climate-change–driven accelerated sea-level rise detected in the altimeter era. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(9), 2022-2025. <https://doi.org/10.1073/pnas.1717312115>

Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2). (2015). Informe a la Nación: La megasequía en Chile. Recuperado de <https://www.cr2.cl/megasequia/>

National Ocean Service. (2025). What are El Niño and La Niña? NOAA. Retrieved January 9, 2025, from <https://oceanservice.noaa.gov/facts/ninonina.html>

Cambio. (2024). Sequía en Chile: entre el desafío climático y la búsqueda de soluciones sostenibles. Cambio.com. Recuperado de <https://cambio.com.co/articulo/sequia-en-chile>

l País. (2024). La metamorfosis de la Patagonia chilena: los ríos y glaciares en peligro a causa del cambio climático. Recuperado de <https://elpais.com/chile/2024-11-08/la-metamorfosis-de-la-patagonia-chilena>

Muñoz, A., Klock-Barría, K., Álvarez-Garretón, C., Aguilera, I., González-Reyes, Á., Lastra, J. A., Chávez, R. O., Barría, P., Christie, D., Rojas-Badilla, M., & LeQuesne, C. (2020, 29 de abril). Crisis hídrica en la cuenca de Petorca: una combinación entre la megasequía y el manejo del agua. Diario UACH.

Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2). (2020, 29 de abril). Crisis hídrica en la cuenca del río Petorca. Recuperado de [CR2](#).

El Mostrador. (2024, 12 de marzo). Hidrólogo advierte que laguna de Aculeo se puede secar de nuevo. Recuperado de [El Mostrador](#).

Valdés-Pineda, R. (2023, 13 de septiembre). Laguna de Aculeo, gestión de recursos hídricos y gobernanza del agua: el tiempo se acaba. CIPER Chile. Recuperado de [Ciper Chile](#).

Universidad de Chile. (2020, 29 de abril). ¿Qué causó el secamiento de la laguna de Aculeo?. Recuperado de <https://www.uchile.cl/noticias/183961/aclaracion-estudio-que-causo-el-secamiento-de-la-laguna-de-aculeo>.

Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2). (2023, 25 de septiembre). Aculeo: Imágenes satelitales de la Nasa muestran el «regreso del agua» a la laguna. Recuperado de <https://www.cr2.cl/aculeo-imagenes-satelitales-de-la-nasa-muestran-el-regreso-del-agua-a-la-laguna-radios-regionales/>.

Osses, E. (1984). Navegación a vela en Aculeo, 1984 [Fotografía]. Archivo Enterreno. Recuperado de <https://www.enterreno.com/moments/navegacion-a-vela-en-aculeo-1984>.

Rivas Vicencio, C. (2019). Percepciones de los habitantes de la Laguna de Aculeo respecto al cambio climático y la crisis hídrica en Chile [Tesis de pregrado, Universidad de Chile]. Repositorio Académico UChile. Recuperado de https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/198909/2019_Cesar_Rivas_Vicencio.pdf?isAllowed=y&sequence=1.

Fundación Chile. (2019). Transición Hídrica: El futuro del agua en Chile. Recuperado de <https://fch.cl/wp-content/uploads/2019/12/transicion-hidrica-resumen.pdf>.

País Circular. (2019). El 60% de escasez de agua en Chile es causada por una mala gestión del recurso, aumento de demanda y el sobreotorgamiento de derechos. Recuperado de <https://www.paiscircular.cl/agenda-2030/el-60-de-escasez-de-agua-en-chile-es-causada-por-una-mala-gestion-del-recurso-aumento-de-actividades-y-sobreotorgamiento-de-derechos/>.

Altos de Cantillana. (2023). Laguna de Aculeo, un refugio para la biodiversidad que vuelve a renacer. Recuperado de <https://www.altosdecantillana.org/laguna-de-aculeo-un-refugio-para-la-biodiversidad-que-vuelve-a-renacer/>.

Escenarios Hídricos 2030. (2017). Laguna de Aculeo: reflejo de la crisis del agua en Chile. Recuperado de <https://escenarioshidricos.cl/noticia/laguna-de-aculeo-reflejo-tesis-del-agua/>.

Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio. (2018). Estudio de registro del PCI y la caracterización de sus cultores en la Región Metropolitana. Recuperado de <https://observatorio.cultura.gob.cl/wp-content/uploads/2019/12/Estudio-de-registro-del-PCI-y-la-caracterizaci%C3%B3n-de-sus-cultores-en-la-RM.pdf>.

Diario Constitucional. (s.f.). La Laguna de Aculeo en riesgo de desaparecer. Recuperado de <https://www.diarioconstitucional.cl/cartas-al-director/la-laguna-de-aculeo-en-riesgo-de-desaparecer/>.

Bockstael, N. E., McConnell, K. E., & Strand, I. E. (1989). Measuring the benefits of improvement in water quality: the Chesapeake Bay. *Marine Resource Economics*, 6(1), 1-18.

Davis, R. K. (1963). The value of outdoor recreation: An economic study of the Maine woods. Harvard University.

Freeman, A. M. (1993). The measurement of environmental and resource values: Theory and methods. Resources for the Future.

Hanley, N., Bell, D., & Alvarez-Farizo, B. (2003). Valuing the benefits of coastal water quality improvements using contingent and real behavior. *Environmental and Resource Economics*, 24(3), 273-285.

Mishra, P. P. (2017). The benefits of improving urban lakes in mega cities: A revealed and stated preference approach.

Louviere, J., Hensher, D., & Swait, J. (2000). *Stated Choice Methods: Analysis and Applications*. Cambridge University Press.

Verma, M., & Negandhi, D. (2011). Valuing ecosystem services of wetlands – a tool for effective policy formulation and poverty alleviation.

Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. (2024). Parque de Salburua: Restauración y conservación de humedales urbanos. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. Recuperado el 10 de marzo de 2025, de <https://www.vitoria-gasteiz.org>

Ministerio del Medio Ambiente de Chile. (2021). Solicitud de Declaración de Humedal Urbano Baquedano. Recuperado el 10 de marzo de 2025, de <https://humedaleschile.mma.gob.cl>.

Rosen, S. (1974). Hedonic prices and implicit markets: Product differentiation in pure competition. *Journal of Political Economy*, 82(1), 34-55. <https://doi.org/10.1086/260169>.

Freeman, A. M., Herriges, J. A., & Kling, C. L. (2014). *The measurement of environmental and resource values: Theory and methods* (3rd ed.). RFF Press.

Groot, R., Brander, L., Van der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L., ... & van Beukering, P. (2012). Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services*, 1(1), 50-61. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.07.005>.

Barbier, E. B., Acreman, M., & Knowler, D. (2011). *Economic valuation of wetlands: A guide for policy makers and planners*. Ramsar Convention Bureau.

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2020). *Financing nature-based solutions for climate resilience*. BID.

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., & van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253-260.

Dirección General de Aguas (DGA). (2019). Informe sobre la disponibilidad de recursos hídricos en Chile. Ministerio de Obras Públicas.

Hollis, G. E. (1992). The role of wetlands in the control of floods. *Journal of Hydrology*, 134(1-4), 289-299.

Millennium Ecosystem Assessment (MEA). (2005). *Ecosystems and human well-being: Wetlands and water synthesis*. World Resources Institute.

Ministerio del Medio Ambiente. (2020). *Guía para la conservación de humedales urbanos en Chile*. MMA.

Mitsch, W. J., & Gosselink, J. G. (2015). *Wetlands* (5th ed.). Wiley.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2021). *Governance of biodiversity and ecosystems in Latin America and the Caribbean*. OECD Publishing.

Ramsar Convention Secretariat. (2016). *Ramsar Handbook on the Wise Use of Wetlands*. Ramsar Convention Bureau.

The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB). (2010). *Mainstreaming the economics of nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB*. UNEP.

United Nations Environment Programme (UNEP). (2019). Global environment outlook 6: Healthy planet, healthy people. UNEP.

24 Horas. (2023, noviembre 3). *Quilicura convierte vertedero en espacio comunitario y protege humedal*. <https://www.24horas.cl/conciencia-24-7/ciudad-y-transporte/quilicura-convierte-vertedero-espacio-comunitario-y-protege-humedal>.

Ministerio del Medio Ambiente. (2021). *Resolución Exenta N.º 616*. Gobierno de Chile. <https://humedaleschile.mma.gob.cl>

Segundo Tribunal Ambiental. (2022). *Sentencia R-297-2021, R-298-2021 y R-299-2021*. <https://tribunalambiental.cl/sentencia-humedal-urbano-quilicura-mma-r-297-298-299-2021/>

Universidad de Chile. (2023, junio 15). *Reintegrando Humedales: estudiantes lideran conservación del humedal Quilicura*. <https://ingcivil.uchile.cl/noticias/224301/reintegrando-humedales-estudiantes-lideran-conservacion-de-humedal>