

Reconstruyendo la degradación ambiental del Lago Vichuquén, Región del Maule, Chile, mediante el uso de registros históricos-documentales.

Pablo César Pedreros Troncoso¹; Fernando Torrejón²; Denisse Álvarez³; Roberto Urrutia⁴

RESUMO

Mediante un análisis histórico-documental se reconstruyeron las condiciones ambientales del lago Vichuquén y su entorno entre los siglos XIX-XXI. Los resultados obtenidos permitieron determinar transformaciones del paisaje natural como consecuencia de la actividad humana. Se pudo establecer que hasta fines del siglo XIX la intervención ambiental habría sido moderada, momento en que comenzó a intensificarse notoriamente debido a la explotación mercantil de recursos naturales y al cambio de uso de suelo. Desde mediados del siglo XX, la ocupación ribereña del lago con fines turísticos-recreacionales incrementó severamente la degradación ambiental del ecosistema léntico, aumentando su nivel de trofia. Se verificó además la importante incidencia de algunos fenómenos naturales en la dinámica del complejo lacustre de Vichuquén.

Palavras-Chave: Paisaje lacustre, historia ambiental, cambio uso del suelo.

¹ Departamento de Sistemas Acuáticos, Facultad de Ciencias Ambientales & Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción, Casilla 160-C Concepción, Chile.

² Facultad de Ciencias, Universidad Santo Tomás, Concepción, Chile.

³ Departamento de Sistemas Acuáticos, Facultad de Ciencias Ambientales & Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias, Universidad Santo Tomás, Concepción, Chile.

⁴ Departamento de Sistemas Acuáticos, Facultad de Ciencias Ambientales & Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción, Casilla 160-C Concepción, Chile.

INTRODUCCIÓN

El lago Vichuquén es un antiguo ecosistema de origen albuférico que, desde tiempos prehispánicos, favoreció el asentamiento de población aborígen en su entorno; en efecto, la presencia de diversos recursos naturales permitía el desarrollo de una economía indígena, ecológicamente sustentable, basada principalmente en la recolección y horticultura⁵. Sin embargo, durante el período colonial (siglos XVI-XIX) se introdujo un sistema agro-ganadero hispano-mediterráneo, que modificó el uso de suelo tradicional⁶.

La información histórica permite inferir que, tanto el lago como su área adyacente, aún mantenían una relativa pristinidad hacia la segunda mitad del s. XIX⁷, dada la baja intervención antrópica. Tan sólo hacia fines del mismo siglo, debido, principalmente a la tala mercantil del bosque nativo y su posterior reemplazo por plantaciones exóticas⁸, se fue generando una notoria alteración del paisaje natural⁹ del lago Vichuquén, que se incrementaría durante el s. XX. Sin embargo, eventos naturales como desplazamiento dunario, fluctuaciones de mareas, terremotos y tsunamis, también han incidido en la modelación y dinámica de este sistema lacustre¹⁰.

⁵ María C. Odone, "El pueblo de indios de Vichuquén: Siglo XVI y XVII", *Revista de Historia Indígena*, 3 (1998): 19-37; Alejandra Vega, "Asentamiento y territorialidad indígena en el Partido del Maule en el siglo XVI", *Historia*, 32 (1999): 685-708; Fernando Torrejón y Marco Cisternas, "Alteraciones del paisaje ecológico araucano por la asimilación mapuche de la agroganadería hispano-mediterránea (siglos XVI y XVII)", *Revista Chilena de Historia Natural*, 75, n.4 (2002): 729-736.

⁶ Odone, "El pueblo de indios", 19-37; Torrejón y Cisternas, "Alteraciones del paisaje", 729-736.

⁷ Horacio Bliss, "Lago de Vichuquén o de Llico, en la recién creada provincia de Curicó", *Anales de la Universidad de Chile*, XXVIII (1866): 42-50; Francisco Vidal Gormaz, "Exploración de las costas de Colchagua i de Curicó, i de la albufera de Vichuquén, practicada por orden del Supremo Gobierno, en septiembre de 1872, por el capitán graduado de corveta don Francisco Vidal Gormaz", *Anales de la Universidad de Chile* XLIII (1873): 5-47; Francisco Solano Asta-Buruaga, *Diccionario Geográfico de la República de Chile* (Leipzig: Imprenta de F. A. Brockhaus, 1899); Luis Riso Patrón, *Diccionario jeográfico de Chile* (Santiago de Chile: Imprenta Universitaria, 1924).

⁸ Rafael Elizalde, *La sobrevivencia de Chile: la conservación de sus recursos naturales* (Santiago de Chile: El Escudo, Impresores-Editores Ltda., 1970); Claudio Donoso, *Bosques templados de Chile y Argentina* (Santiago de Chile: Editorial Universitaria, 1993); José San Martín, "Vegetación y diversidad florística en la Cordillera de la Costa de Chile central (34° 44' - 35° 50' S)", en *Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile* (Santiago de Chile: Editorial Universitaria, 2005).

⁹ Entenderemos por paisaje natural al entorno geográfico moldeado por la naturaleza, sin o con muy poca intervención humana que le haga perder su condición original. Vicente Sánchez y Beatriz Guiza, *Glosario de términos sobre medio ambiente* (Santiago de Chile: Unesco/OREALC, 1990); María de Bolós, "Antecedentes", cap. 1 en *Manual de ciencia del paisaje teoría, métodos y aplicaciones* (Masson S.A., Barcelona, 1992).

¹⁰ Vidal Gormaz, "Exploración de las costas", 5-47.; Federico Albert, *Las Dunas o sean las arenas volantes, voladeros, arenas muertas, invasión de las arenas, playas i médanos del centro sur de Chile* (Imprenta Cervantes, Santiago de Chile, 1900); Patricio Camus, "Perspectiva de la "Historia Ambiental": Orígenes, definiciones y problemáticas", *Pensamiento Crítico. Revista Electrónica de Historia* 1(2001): 2-27; Jorge Quezada, Edilia Jaque, Alfonso Fernández y Daniela Vásquez, "Cambios en el relieve generados como consecuencia del terremoto Mw = 8,8 del 27 de febrero de 2010 en el centro-sur de Chile", *Revista de Geografía Norte Grande*, 53 (2012): 35-55.

Estudios contemporáneos señalan que el estado trófico de un sistema léntico está estrechamente ligado a las condiciones geomorfológicas del lago y su cuenca de drenaje¹¹. En este sentido, el aumento de la erosión de las laderas circundantes al lago, resultado de la tala intensiva del bosque maulino, habría incrementado el proceso de sedimentación lacustre¹². Otros factores decisivos en el proceso de alteración del lago Vichuquén se relacionan directamente con la ocupación humana y urbanización ribereña, lo que incrementó el ingreso de nutrientes al sistema léntico a partir década de 1960¹³.

Si bien es cierto durante más de 200 años de dominación colonial ocurrieron transformaciones en el paisaje natural del lago Vichuquén, fue en los últimos 100 años, cuando se habrían acentuado notoriamente dichos cambios, como resultado de la explotación mercantil de recursos naturales y cambio de uso de suelo local. Sin embargo, también se reconoce que durante el periodo estudiado, la ocurrencia de fenómenos naturales y condiciones propias de la zona costera habrían tenido una evidente influencia en la dinámica de este sistema léntico. En este contexto, la presente investigación busca reconstruir el pasado ambiental del lago Vichuquén y su área adyacente.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

Se definió como área de estudio el lago Vichuquén y su área adyacente, ubicado en la zona costera de la Comuna de Vichuquén (34°44'6"-34° 51'36" S y 72°05'24"-72°01'5" W). Este sistema lacustre tiene un área de 12,5 km², cubriendo un

¹¹ Sven Ryding y Walter Rast, *El control de la eutroficación en lagos y pantanos* (Madrid: Ediciones Pirámide, 1992); Óscar Parra, Claudio Valdovinos, Roberto Urrutia, Marco Cisternas, Evelyn Habit y María Mardones, "Caracterización y tendencias tróficas de cinco lagos costeros de Chile Central", *Limnetica*, 1-2 (2003): 51-83; Val Smith, "Eutrophication of freshwater and coastal marine ecosystems. A global problema", *Environmental Science and Pollution Research* 10, n.4, (2003): 126-139.

¹² Elizalde, *La sobrevivencia de Chile*; Carlos Ramírez, Cristina San Martín y José San Martín, "Colmatación por macrófitos del complejo lacustre Vichuquén (VII Región, Chile) y clave para determinación", *Revista Geográfica de Chile Terra Australis*, 49 (2004): 179-196.

¹³ José L. Rojas, "Subsidios para o planeamento ambiental em áreas hidrográficas: Lago Vichuquén – Chile e Represa de Itupararanga – Brasil. Um estudo comparativo" (tesis de maestría, Universidade de São Paulo de Brasil, 2010), 1-200; José L. Rojas y Yuri Tavares, "Implementación de prácticas públicas y privadas relacionadas al ordenamiento territorial a través de la determinación de unidades de paisaje en la cuenca hidrográfica del lago Vichuquén, Chile", *Revista Geográfica de América Central*, Número Especial EGAL (2011): 1-22.

volumen de 0,21 km³; su longitud máxima es de 11,5 km, mientras que su ancho máximo llega a los 1,9 km; la mayor profundidad actual del lago alcanza los 31 metros¹⁴. Su principal afluente es el estero Vichuquén, con un caudal medio de 0,59 m³/s, el desagüe al mar del lago es a través del estero Llico, que mide aproximadamente 6,5 km. Se consideró como área adyacente al lago todo el territorio que comprenden sus riberas hasta los cerros de mayor altura, los que, con pendientes medias, no superan los 300 metros¹⁵. Además, se incluyen ambas riberas del estero de desagüe, parte sur de laguna Torca, puerto y sector sur de la rada de Llico (Figura 1). Las principales actividades socioeconómicas que han caracterizado al área de estudio en los últimos años son las plantaciones forestales, la agricultura y el turismo, esta última estrechamente asociada al lago Vichuquén¹⁶.

USO DE FUENTES DOCUMENTALES

Para reconstruir el pasado ambiental del área de estudio se realizó una recopilación, selección y análisis de fuentes documentales, estableciéndose una línea de base a mediados del siglo XIX, dadas las condiciones de relativa pristinidad que entonces presentaba la zona. En este contexto se privilegió la información testimonial o primaria obtenida desde los registros de exploraciones geográficas e hidrográficas de época. Relevante fue también el uso de estudios científicos, principalmente de ecología del paisaje, botánica y antropología, además de informes técnicos contemporáneos. Adicionalmente se analizó cartografía de la segunda mitad del siglo XIX, rescatándose la toponimia tradicional.

En base a los antecedentes obtenidos, utilizando el método mixto de progresión y regresión histórica¹⁷, se reconstruyó la dinámica ambiental del territorio,

¹⁴ Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, "Diagnóstico y caracterización del estado trófico del lago Vichuquén" (informe técnico, Universidad de Concepción, 2016).

¹⁵ J. Ramón Nieto, "Proyecto de un canal entre el lago de Vichuquén y el mar y un ferrocarril de Curicó a Llico", en *Estudios relativos al establecimiento de un puerto militar y comercial en el Lago de Vichuquén* (Imprenta de los Debates, Santiago de Chile, 1889); Rojas, "Subsidios para o planeamiento ambiental", 1-200; IGM, "Llico F-029 1:50.000 (34° 45' - 72° 00')" (carta geográfica, Instituto Geográfico Militar de Chile, 2012).

¹⁶ Rojas, "Subsidios para o planeamiento ambiental", 1-200.

¹⁷ María de Bolós, "La evolución o arqueología del paisaje", cap. 14 en *Manual de ciencia del paisaje teoría, métodos y aplicaciones* (Masson S.A., Barcelona, 1992).

describiéndose el estado original y las transformaciones sufridas por el paisaje natural, como resultado de la explotación mercantil de los recursos naturales y cambio del uso de suelo. De esta manera se efectuó una evaluación cualitativa de las distintas alteraciones ambientales allí generadas.

Paralelamente se desarrolló trabajo de campo con el fin de diagnosticar y evaluar el actual estado trófico del lago Vichuquén. Para tales efectos se realizaron monitoreos estacionales, durante los años 2015-2016, estableciéndose cuatro puntos de muestreo (Figura 1), donde se tomaron muestras de la columna de agua a tres profundidades (superficie, medio y fondo), obteniéndose además muestras de sedimento del fondo del lago. Para determinar el estado trófico del lago se utilizó la clasificación de Carlson¹⁸.

Finalmente, para estimar los cambios ambientales ocurridos en el área de estudio se relacionó la información generada por el análisis histórico-documental con los resultados de los análisis de calidad de agua y sedimentos.

¹⁸ Robert, Carlson, "A Trophic State Index for Lakes", *Limnology and Oceanography*, 22 (1977): 361-369.

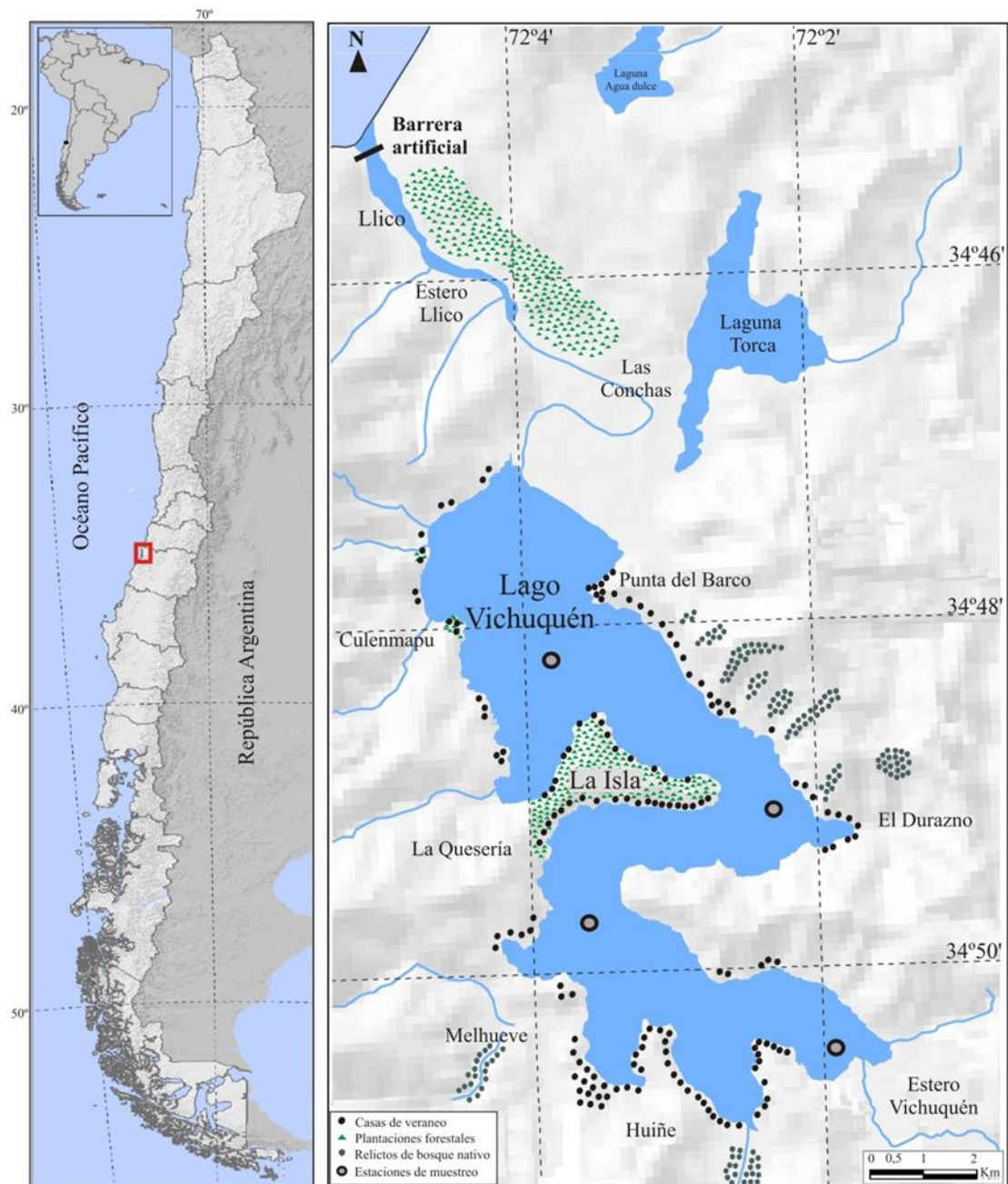


Figura 1. Localización del área de estudio. La representación de relictos de bosque nativo y plantaciones forestales se obtuvieron del proyecto Plano regulador y límite urbano de Llico y lago Vichuquén del año 1966 (Fuente: Elaboración propia basada en carta IGM 1:50.000 Llico F-029).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CARACTERIZACIÓN DEL PAISAJE NATURAL EN LA SEGUNDA MITAD DEL S. XIX

Probablemente el topónimo Vichuquén se usó desde tiempos prehispánicos para denominar a un territorio relativamente amplio, cuyo centro era el valle de Vichuquén, incluyendo además al lago homónimo¹⁹, que antiguamente fue conocido como laguna de Lora²⁰. Según algunos autores el nombre Vichuquén provendría del quechua²¹; otros derivan dicho nombre de la lengua mapuche²². En este mismo sentido, Vidal Gormaz²³ señala que el hidrónimo Vichuquén sería una corrupción de *vuta* (grande) y *lauquen* (mar), significando *laguna o mar grande*, cuestión lógica, considerando el tamaño del ecosistema lacustre. Durante el s.XIX dicho cuerpo de agua fue también conocido, localmente, como “lago de Llico”²⁴.

Los principales registros documentales que describen el lago Vichuquén y su entorno inmediato datan desde la segunda mitad del s. XIX, como resultado de sucesivas expediciones comisionadas para reconocer el territorio nacional, su poblamiento, recursos económicos y estratégicos. Fue así como se elaboraron prolijos informes geográfico-hidrográficos que caracterizaron el paisaje natural, esbozando las condiciones ambientales que entonces mantenía la zona.

En 1855, se concibió la idea de convertir al lago Vichuquén en un apostadero naval, dado que ofrecía buenas condiciones de defensa, recursos y abrigo para los buques de la marina. Se trataba de un gran proyecto que involucraría la construcción de arsenales, astilleros, fortificaciones y otra infinidad de obras, tanto en el lago, como en su emisario de desagüe al mar, realizándose en ese mismo año su primer reconocimiento²⁵.

¹⁹ Odone, “El pueblo de indios”, 19-37.

²⁰ Antonio de Alcedo, *Diccionario Geográfico-Histórico de las Indias Occidentales ó América* (Imprenta de Manuel González, Madrid, 1789), vol. 5; Vega, “Asentamiento y territorialidad indígena”, 685-708.

²¹ Solano Asta-Buruaga, *Diccionario Geográfico*; Odone, “El pueblo de indios”, 19-37.

²² Juan Mujica, *Antigüedades Curicanas* (Imp. “La Prensa”, Curicó, 1943); Rojas, “Subsidios para o planejamento ambiental”, 1-200.

²³ Vidal Gormaz, “Exploracion de las costas de Colchagua i de Curicó”, 5-47.

²⁴ Bliss, “Lago de Vichuquén”, 42-50.

²⁵ *Ibid.*

Durante esta exploración se sondó por primera vez el lago, sin embargo, en el respectivo informe no se detallan los resultados cuantitativos del sondaje, pero se describe el paisaje natural de la zona, indicándose:

El lago de Vichuquen, si se formase alguna vez una entrada cómoda, ofrecería una de las bahías mas seguras i mas hermosas que se conocen. De cerca de 8 millas de largo, i de una anchura que varia de $\frac{1}{2}$ a 1 milla, de un excelente fondo para ancladero, protegido de todos lados por alturas que sujetan completamente los vientos peligrosos, nada deja de desear como bahía. Hai agua fresca en abundancia, que se vacía en ella de los diversos esteros, i en su vecindad se encuentra buena madera para construcciones navales. En algunas partes del lago las riberas se levantan orgullosamente sobre el agua, mientras que en otros puntos, el agua va bajando gradualmente, desde una hondura de 20 a 2 pies.²⁶

El canal de desagüe del lago variaba, en anchura, entre aproximadamente 45 y 121 metros en la media marea, con una profundidad fluctuante entre 3,5 y 4,5 metros en dichas condiciones²⁷.

Diecisiete años más tarde, en 1872, otra expedición, dirigida por Francisco Vidal Gormaz, realizó una minuciosa exploración del Vichuquén, generando valiosa información hidrográfica del lago, su desagüe y puerto de Llico. Debe destacarse que también se efectuó un levantamiento cartográfico de la zona, que dio origen al “Plano de la albúfera de Vichuquen, rada de Llico i lagunas Torca i Agua Dulce” donde, además de la toponimia local, se registra prolijamente la batimetría del lago, su desagüe y rada de Llico (Figura 2). Este plano fue el primer documento cartográfico conocido del Vichuquén, cuya información sería replicada por el Almirantazgo Inglés en la carta de 1874, “Llico Road and Vichuquen Lagoon” o “Carta inglesa N.º 1312”²⁸.

En el detallado informe de Vidal Gormaz se indica: “El gran charco salado denominado albúfera de Vichuquen comunica con el mar por medio de un canalizo somero de 7,800 metros de lonjitud i con una anchura media de 100, mui entorpecido por bancos de arena, en partes fangoso”²⁹. Las cifras del sondaje de este cauce arrojaban una profundidad que variaba entre uno y dos metros en la mayoría de su

²⁶ Bliss, “Lago de Vichuquén”, 44-45.

²⁷ *Ibid.*, 42-50.

²⁸ José T. Medina, *Ensayo acerca de una Mapoteca Chilena* (Imprenta Ercilla, Santiago de Chile, 1889); Nicolás Anrique, *Bibliografía Marítima Chilena 1840-1894* (Imprenta Cervantes, Santiago de Chile, 1894).

²⁹ Vidal Gormaz, “Exploracion de las costas de Colchagua i de Curicó”, 42.

extensión, aunque en la parte inicial del desagüe, en la zona denominada “El Rodeo”, sólo alcanzaba entre los 0,5 y 0,7 metros (Figura 2). En relación a sus dimensiones se indicaba que mantenía un largo de 7375 metros, con una anchura máxima de 2250 metros en su extremidad noroeste, mientras que en su parte más angosta, ubicada en su medianía, no superaba los 525 metros; no pudiendo asignársele una anchura media debido a sus sinuosos contornos. “Su forma irregular i serpenteada imprime al estanque una fisonomía especial, a parte de sus ensenadas i recodos, lo que hace que desde ningun punto de ella pueda divisarse la totalidad de sus aguas [...]. Corriendo embarcado la longitud sinuosa de la albufera [...] habria que andar 10 kilómetros largos para andarla de un extremo al otro”³⁰. Su perímetro fue calculado en 36 kilómetros, indicándose que el área ocupada por el espejo de agua alcanzaba entonces las 1320 hectáreas, unos 13 kilómetros cuadrados, constituyéndose así en la mayor albufera del litoral chileno³¹.

³⁰ *Ibid.*

³¹ *Ibid.*, 5-47.

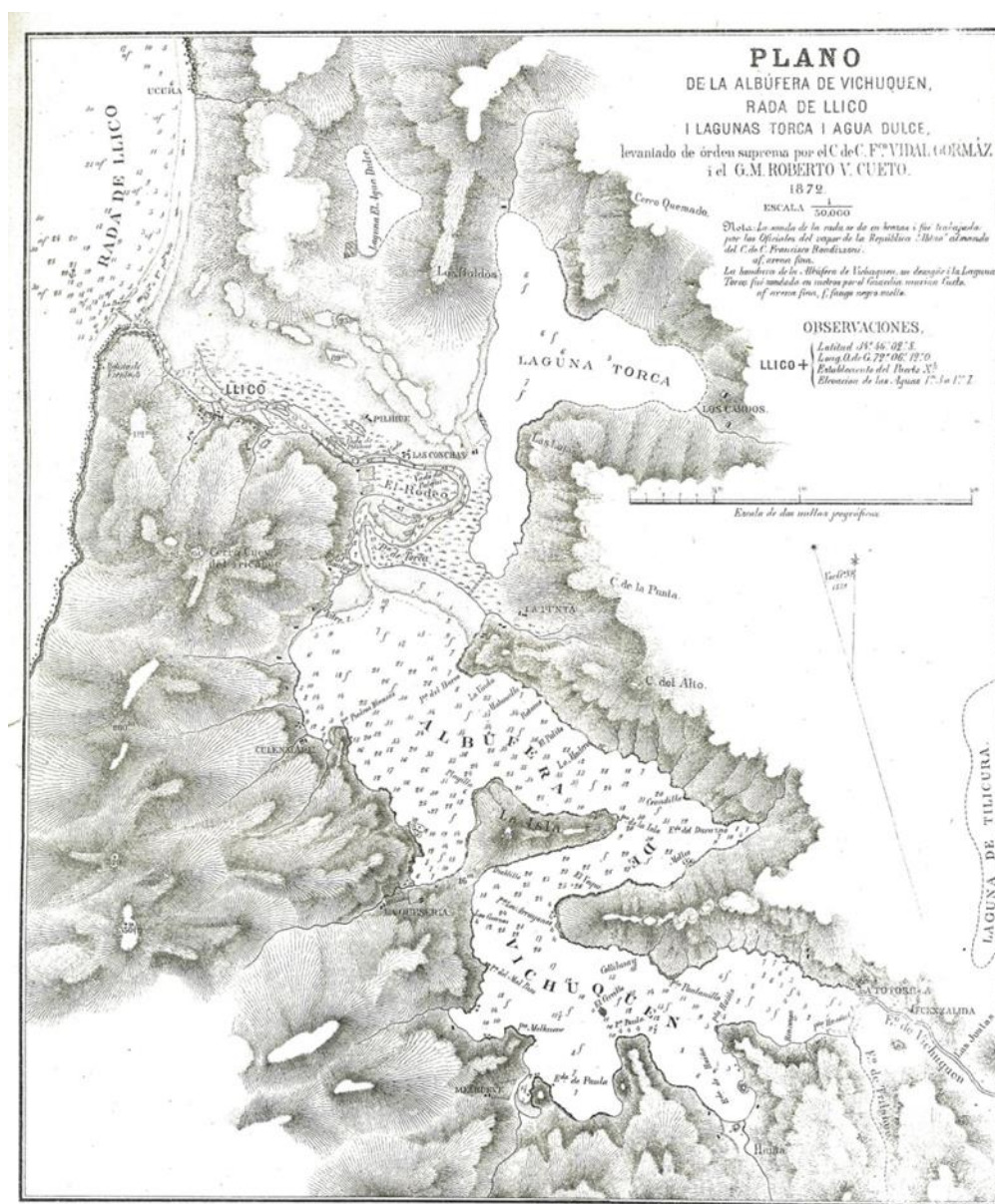


Figura 2. Mapa histórico “Plano de la albufera de Vichuquen, Rada de Llico i lagunas Torca i Agua Dulce, levantado de orden suprema por el C de C. F^{co}. Vidal Gormaz i el G.M. Roberto V. Cueto. 1872” (Fuente: Vidal Gormaz, 1873).

El ya citado autor indica que la “profundidad de Vichuquen es bien crecida. Propasados los bancos de su costa norte, el fondo aumenta a 10, 20, 30 i 37 metros, hondura que se sostiene en su primera mitad, disminuyendo paulatinamente al paso que se aproxima a su extremo SE. En el último cuarto de su estension, ya solo se encuentran 7 metros, hondura que cae rápidamente en su extremo oriental hasta

convertirse en fangales pegajosos, contorneados por pequeños pantanos y totorales”³².

El sondaje permitió conocer además las características del sedimento acumulado en el fondo de la albufera, estimándose también la profundidad que tenía esta capa: “El fondo de toda ella es de fango negro, hediondo i tan suelto que durante las operaciones de la sonda se tragaba la plomada i hasta dos metros de sondaleza; circunstancia que no permitió apreciar con verdadero rigor la hondura de sus turbias aguas”³³. Un sondaje posterior indica que el lago tenía “un fondo de arena fina mezclada con conchuelas, desde la orilla hasta la profundidad de ms. 9,25. A partir de esta cota y avanzando hacia el centro, el fondo se compone de limo negro, bastante consistente al principio y más líquido después á medida que aumenta la profundidad”³⁴. Vidal Gormaz también representa la existencia de arena fina en su plano (Figura 2).

Actividades antrópicas entorno al lago y su desembocadura

En el contexto natural descrito, Vidal Gormaz³⁵ señalaba que la topografía ribereña del Vichuquén era muy agreste, debido a lo cual los caminos se habían construido sobre los cerros. Dicha topografía condicionaba la existencia de un poblamiento rural disperso, constituyéndose, en algunos casos, pequeños núcleos como caseríos o aldeas; destacándose, de norte a sur, Pilihue, Las Conchas, La Punta, Culenmapu, La Quesería, Melhueve y Huiña (Figura 2). Salvo Pilihue, todos estos poblados persistían a inicios del s. XX³⁶.

Este poblamiento estaba estrechamente vinculado a la producción agrícola, por lo cual durante 1849, en la ribera sur del canal de desagüe, próximo a la rada de Llico, se comenzó a habilitar un pequeño puerto para el comercio³⁷, sustentado en las producciones locales que consistían principalmente en “trigo, cebada i sal, corta

³² Vidal Gormaz, “Exploracion de las costas de Colchagua i de Curicó”, 43.

³³ *Ibid.*, 42-43.

³⁴ Rafael Pottier, Informe sobre el proyecto de construcción de un puerto en el lago de Vichuquén, en *Estudios relativos al establecimiento de un puerto militar y comercial en el Lago de Vichuquén* (Imprenta de los Debates, Santiago de Chile, 1889), 43.

³⁵ Vidal Gormaz, “Exploracion de las costas de Colchagua i de Curicó”, 5-47.

³⁶ Riso Patrón, *Diccionario jeográfico de Chile*.

³⁷ Solano Asta-Buruaga, *Diccionario Geográfico de la República de Chile*; I. Municipalidad de Vichuquén (Ed.), *Vichuquén 400 años* (Ediciones La Prensa, Curicó, 1985).

cantidad de garbanzos, lanas quesos i frejoles”³⁸ (Figura 2). Considerando la favorable ubicación de Llico, se podría pensar que el lago Vichuquén habría sido una vía natural para acceder navegando al mencionado puerto, sin embargo, aquello no ocurría. De hecho, Bliss³⁹ indicaba que, para dar a dicho puerto todo su valor, se requería una buena comunicación con el interior, precisando que entonces el camino de Llico al interior era una simple senda de mulas. Probablemente la vía lacustre nunca fue aprovechada como tal debido a las notorias dificultades de navegación del canal de desagüe: “El canalizo que média entre ésta [la albufera] i el mar mide seis quilómetros de lonjitud i una anchura média de 100 metros. Es muy somero i lleno de bancos, de manera que a baja mar no es posible surcarlo ni con las mas pequeñas embarcaciones. Así, pues, solo es accesible desde média marea creciente hasta média vaciante”⁴⁰. A este problema se habría sumado además la falta de embarcaderos cómodos en el mismo lago, dada la escarpada topografía ribereña.

No obstante lo anterior, Vidal Gormaz proporciona información relevante que vincularía el puerto de Llico con el lago Vichuquén mediante la navegación: “Las embarcaciones menores del tráfico de la rada i de la albúfera son 10 lanchas, que suman 173 toneladas, i 85 botes i canoas pescadoras tripuladas por 313 hombres”⁴¹. Se puede deducir que en la época habría existido algún tipo de navegación, aunque muy restringida, entre el Vichuquén y Llico. La directa alusión a un número no despreciable de pequeñas embarcaciones de pesca permitiría inferir que la actividad pesquera, por lo menos en la zona de la desembocadura del desagüe, y seguramente también en el mismo lago, habría tenido cierta importancia en la economía local, aún cuando no habría impactado negativamente la biomasa de peces existente en el lago.

Aunque no existe data específica que describa las especies ícticas presentes en el lago durante el s. XIX, es posible estimar que existía una alta riqueza de especies nativas, entre las que abundaban pocha (*Cheirodon sp.*, Girard 1854), bagre grande (*Nematogenys inermis*, Guichenot 1848), pejerrey chileno (*Basilichthys australis*,

³⁸ Vidal Gormaz, “Exploracion de las costas de Colchagua i de Curicó”, 20.

³⁹ Bliss, “Lago de Vichuquén”, 42-50.

⁴⁰ Vidal Gormaz, “Exploracion de las costas de Colchagua i de Curicó”, 40.

⁴¹ Francisco Vidal Gormaz, Jeografía Náutica de la República de Chile, *Anuario Hidrográfico de la Marina de Chile* 6 (1880): 211-350, 294.

Eigenmann 1928), pejerrey de mar (*Odontesthes regia*, Humboldt 1821), lisa (*Mugil cephalus*, Linnaeus 1758), roncador (*Micropogonias manni*, Moreno 1970) y róbalo (*Eleginops maclovinus*, Cuvier 1830). De los peces mencionados, pejerreyes, lisas, róbalo y roncadores habrían sido las especies más explotadas para el consumo local. La introducción de especies exóticas durante el s. XX, pejerrey argentino (*Odontesthes bonariensis*), truchas (*Oncorhynchus mykiss* y *Salmo trutta*), carpa (*Cyprinus carpio*), gambusia (*Gambusia affinis*), tenca (*Tinca tinca*) y caracino (*Carassius sp.*)⁴², sumada tal vez a la actividad pesquera local habrían generado un impacto negativo en la abundancia y riqueza de especies nativas. En consecuencia, en 1964, se emitió el D.S. N°49 que prohibía “la pesca con redes en el Lago Vichuquén”, atendiendo a la conservación pesquera de las especies nativas de aguas continentales⁴³.

En las postrimerías del siglo XIX las condiciones ambientales del área de estudio aún eran, relativamente saludables, describiéndose al lago Vichuquén como un: “Extenso y pintoresco depósito de agua [...]. Sus aguas son algo salobres y abundan en peces, mariscos y diversas aves. Rodean sus márgenes pintorescas alturas, pobladas en mucha parte de árboles de construcción, de las cuales descienden pequeñas corrientes de agua que se echan al lago”⁴⁴.

Los principales factores que contribuyeron a la conservación del paisaje natural habrían sido la forma de ocupación y uso del territorio que allí se desarrolló desde tiempos prehispánicos⁴⁵. Sin embargo, las nuevas prácticas e intensificación de la actividad agropecuaria, durante la colonia y república, fueron generando paulatinos cambios en la fisonomía del paisaje local, alterando también el estado trófico⁴⁶ del sistema lacustre. Sectores planos como La Quesería (Figura 1) al favorecer las faenas agrícolas y crianza ganadera, contribuyeron al aumento de la sedimentación, sobre todo en época de lluvias cuando se produce más arrastre de suelos y nutrientes al

⁴² Alejandro Montero, Antecedentes preliminares sobre estudio ecológico en Llico, en *Vichuquén 400 años* (Ediciones La Prensa, Curicó, 1985).

⁴³ Subsecretaría de Pesca, “Antecedentes técnicos para establecer medidas de protección (veda) a especies icticas nativas en aguas continentales” (informe técnico, Departamento de Pesquerías, Gobierno de Chile, Santiago, 2005), 8.

⁴⁴ Solano Asta-Buruaga, *Diccionario Geográfico de la República de Chile*, 879.

⁴⁵ Odone, “El pueblo de indios”, 19-37; Vega, “Asentamiento y territorialidad indígena”, 685-708.

⁴⁶ Entenderemos por estado trófico de un lago a la relación entre la concentración de nutrientes y el aumento de la materia orgánica en un cuerpo de agua (Sven Ryding y Walter Rast, *El control de la eutrofización en lagos y pantanos* (Madrid: Ediciones Pirámide, 1992).

lago⁴⁷. Hacia fines del s. XIX se intensificó el cultivo del trigo, dada la exportación masiva de este cereal. Dicha práctica habría incrementado notoriamente los procesos erosivos en la cuenca del lago Vichuquén, debido a la agresiva e indiscriminada tala del bosque nativo para despejar suelos destinados a su cultivo⁴⁸.

Rojas⁴⁹ sostiene que entre las décadas de 1890 y 1950 gran parte del actual municipio de Vichuquén habría sido deforestada con fines económicos. Si bien desde la colonia, el bosque maulino, dominado por la especie *Nothofagus glauca* (Phil, Krasser 1896), se aprovechó como fuente de leña y carbón⁵⁰, fue hacia fines del s. XIX cuando el hualo se explotó masivamente por la excelente calidad de su madera de construcción y, fundamentalmente, para la elaboración de durmientes de ferrocarril⁵¹. Situación que alteró directamente la cobertura boscosa en el entorno inmediato del lago Vichuquén, cambiando la fisonomía del paisaje natural. En 1969 sólo se constataba la presencia de algunos relictos del bosque original en las quebradas del Machete, Merhueve y Huiñe (Figura 1), siendo en esta última donde dicha formación alcanzaba su mayor extensión, cohabitando hualo, roble blanco del Maule y roble⁵². La intensa tala que afectó al bosque maulino de la Cordillera de la Costa lo llevó prácticamente a su desaparición, hacia la década de 1970 era improbable encontrar un bosque maduro de hualo⁵³.

El aumento de la deforestación, incluidas las pendientes, detonó procesos erosivos que se intensificaron durante el s. XX, afectando directamente los ecosistemas terrestre y acuático del Vichuquén⁵⁴. Para mitigar la erosión, hacia mediados del s. XX, comenzó un incipiente proceso de recuperación de suelos mediante la reforestación con *Pinus radiata* (D. Don), estableciéndose las primeras

⁴⁷ Rojas, "Subsidios para o planeamiento ambiental", 1-200.

⁴⁸ Montero, Antecedentes preliminares, 134-142; I. Municipalidad de Vichuquén (Ed.), *Vichuquén 400 años*.

⁴⁹ Rojas, "Subsidios para o planeamiento ambiental", 1-200.

⁵⁰ San Martín, "Vegetación y diversidad florística", 178-189.

⁵¹ Elizalde, *La sobrevivencia de Chile*.

⁵² Montero, Antecedentes preliminares, 134-142.

⁵³ Donoso, *Bosques templados de Chile y Argentina*; Alex Fajardo y Paul Alaback, "Effects of natural and human disturbances on the dynamics and spatial structure of *Nothofagus glauca* in south-central Chile", *Journal of Biogeography*, 32 (2005): 1881-1825; Fernando Muñoz, Carolina Muñoz, Matilde Uribe, María A. Matín, Juan R. Molina, Miguel A. Herrera, Juan B. Álvarez y Luis M. Martín, "Composición, estructura y diversidad de poblaciones de *Nothofagus glauca* ubicadas en la zona mediterránea de Chile", *Gayana Botánica*, 70, n°1 (2013): 82-91.

⁵⁴ Carlos Ramírez, Cristina San Martín y José San Martín, "Colmatación por macrófitos del complejo lacustre Vichuquén (VII Región, Chile) y clave para determinación", *Revista Geográfica de Chile Terra Australis*, 49 (2004): 179-196.

plantaciones exóticas en la zona⁵⁵. El plano regulador comunal de Vichuquén de 1966⁵⁶ muestra como parte de las riberas del lago y su canal de desagüe habían sido plantadas con pinos. Ejemplo de ello fueron los sectores de la Isla (actual Península del lago) y ribera norte del canal, masivamente reforestados. Sin embargo, en la ribera oriental del lago Vichuquén, entre Rincón del Durazno y Punta del Barco, persistían fragmentos de bosque nativo (Figura 1). Elizalde indica que la reforestación con pinares hacía que el paisaje local presentara un “aspecto mustio y desolado”⁵⁷. No obstante la apreciación anterior, en 1975 aún se podía observar, en las lomas bajas que rodeaban al lago, especies nativas entre las plantaciones de pino, destacándose el boldo, litre, molle y maitén⁵⁸. En la actualidad el bosque nativo original ha desaparecido casi por completo, permaneciendo sólo algunos relictos en lugares de difícil acceso⁵⁹.

EFECTOS DE LOS TERREMOTOS Y TSUNAMIS, FLUCTUACIONES DE MAREAS Y DESPLAZAMIENTO DUNARIO

Si bien es cierto la actividad antrópica generó alteraciones ambientales que se intensificaron hacia fines del s. XIX, los eventos naturales han jugado un rol determinante en la transformación fisiográfica local. Desde 1562 la historia sísmica de Chile reporta la temprana ocurrencia de terremotos de subducción, donde los eventos de 1730, 1835, 1906 y 2010, han sido los de mayor intensidad que han perturbado dicha zona⁶⁰. Desafortunadamente para los terremotos de 1730 y 1835 no se cuenta con registros específicos que describan los efectos locales que habrían tenido; sin embargo, los eventos de 1906 y 2010 están bien documentados,

⁵⁵ Montero, Antecedentes preliminares, 134-142; Rojas, “Subsidios para o planeamiento ambiental”, 1-200.

⁵⁶ I. Municipalidad de Vichuquén, “Proyecto de plano regulador y límite urbano de Llico y lago Vichuquén. Desarrollo urbano y turístico. 1:30.000” (plano regulador, I. Municipalidad de Vichuquén, 1996).

⁵⁷ Elizalde, *La sobrevivencia de Chile*, 33.

⁵⁸ Javier González, “Censo del Cisne de Cuello Negro (*Cygnus melanocoryphus*, Molina) en el Lago Vichuquén y Laguna Torca”, *Noticiero Mensual del Museo Nacional de Historia Natural*, 247-248 (1977, Marzo-Abril): 7-8.

⁵⁹ Donoso, *Bosques templados de Chile y Argentina*.

⁶⁰ Cinna Lomnitz, “Major Earthquakes and Tsunamis in Chile during the period 1535-1955”, *Geologische Rundschau*, 59 n° 3 (1970): 938-960; Cinna Lomnitz, “Major Earthquakes of Chile: A Historical Survey, 1535-1960”, *Seismological Research Letters*, 75 n°3 (2004): 368-378; Quezada *et al*, “Cambios en el relieve generados como consecuencia del terremoto”, 35-55.

reportándose además los tsunamis que provocaron alteraciones en la dinámica del lago y su conexión con el mar⁶¹.

Otros procesos naturales que contribuyeron notoriamente a la modelación del territorio costero de la zona fueron las fluctuaciones de mareas⁶² y el desplazamiento dunario por acción eólica⁶³. En efecto, el continuo arrastre y acumulación de arenas, habría embancado de forma paulatina el canal de desagüe del Vichuquén, influyendo también en la dinámica del lago.

El 16 de agosto de 1906 se produjo un terremoto, de magnitud estimada 8,6 Richter, con epicentro en el mar frente a la costa de Valparaíso, que se sintió entre Tacna y Chiloé, generando un tsunami que no provocó grandes daños en la costa de Chile⁶⁴. Los mayores efectos de dicho evento se localizaron entre Papudo y la boca del río Rapel, donde se registraron sollevamientos costeros que variaron entre 40 y más de 80 cm en algunos lugares, alzamientos que eventualmente desaparecieron⁶⁵.

Este levantamiento también se registró en la zona de Llico, afectando al canal de desagüe del lago Vichuquén, tal como lo expresara el residente local Edwin Leigh Bunster:

No podría decir que se han notado cambios en la línea de costa, pero los siguientes hechos me dan la impresión de que ha habido *sollevamiento*: 1.º Los vados que tiene el canal han quedado todos a menos de la mitad de la hondura que tenían el día antes del terremoto, diferencia que calculo en 40 centímetros. 2.º Varios bancos de arena, tanto en la boca de la laguna como en el canal, en el mar mismo i en la laguna misma, que antes quedaban a flor de agua en baja marea, aparecieron fuera unos 40 centímetros al día siguiente.⁶⁶

⁶¹ Jonas Vandenberghe, "Late Holocene Climate Variability in South-Central Chile: a Lacustrine record of Southern Westerly Wind Dynamics" (tesis Master of Science in Geology, Universiteit Gent, 2012), 1-118; Maarten Van Daele, Jasper Moemaut, Lindsey Doom, Evelien Boes, Karen Fontijn, Katrien Heirman, Willem Vandoorne, Dierk Hebbeln, Mario Pino, Roberto Urrutia, Robert Brümmer y Marc De Batist, "A comparison of the sedimentary records of the 1960 and 2010 great Chilean earthquakes in 17 lakes: Implications for quantitative lacustrine palaeoseismology", *Sedimentology*, 62 n° 5 (2015): 1466-1496.

⁶² Vidal Gormaz, "Exploración de las costas de Colchagua i de Curicó", 5-47.

⁶³ Albert, *Las Dunas o sean las arenas volantes*.

⁶⁴ Lomnitz, "Major Earthquakes", 938-960; Lomnitz, "Major Earthquakes of Chile", 368-378.

⁶⁵ *Ibid.*

⁶⁶ Hans Steffen, "Contribuciones para un estudio científico del terremoto del 16 de agosto de 1906", *Anales de la Universidad de Chile* 120 (1970): 633-713, 703-704.

En la zona de Llico el débil tsunami no habría tenido efectos, pues no se registró ingreso de agua salada al lago⁶⁷. Autores como Vandenberghe⁶⁸ postulan que uno de los mecanismos relevantes en la entrada de agua de mar al Vichuquén han sido los grandes tsunamis, sin embargo la frecuencia de estos eventos en tiempos históricos ha sido muy baja. En efecto en más de 200 años no existen registros de tsunamis que hayan afectado directamente al este lago. La última entrada de agua salada al Vichuquén fue causada por el tsunami que generó el terremoto del 27 de febrero de 2010, aumentando momentáneamente su cota en 40 cm, inundando zonas ribereñas de poca pendiente, dejando además una delgada capa de arena en el sedimento lacustre⁶⁹.

No obstante la influencia de antiguos tsunamis en el Vichuquén, han sido las fluctuaciones de mareas las que históricamente han jugado un rol importante en la periodicidad del aporte de agua de mar a este sistema lacustre, al menos hasta que su desagüe fue artificialmente cerrado, como ocurre en la actualidad (Figura 1). En las postrimerías del período colonial este fenómeno habría sido mayor que en el s. XIX, toda vez que el abate Molina, al referirse a la producción de “sal común”, indicaba: “Sin el fastidio de tener que conducir el agua de mar a fosas adecuadas, como se practica en otras partes, se la encuentra -bella y ya hecha- en los vastos estuarios o lagos de *Bucalemu*, *Boyeruca* y *Vichuquén*, donde cada año se cristaliza espontáneamente, en tanta cantidad, que podrían cargarse con ella muchos barcos. Los nacionales la usan, proporcionalmente, en pequeñísima parte; el resto se licúa con las lluvias invernales”⁷⁰.

Hacia mediados del s. XIX, las condiciones hidrográficas y geográficas del litoral, parecieran haber condicionado la entrada de agua de mar al lago, con una tendencia a su disminución. De acuerdo a Bliss una de las causas que había hecho “disminuir la marea en la entrada, es el depósito de arenas, que son arrastrados por los vientos del Norte, de la costa al interior i caen en el canal de la entrada,

⁶⁷ Steffen, “Contribuciones para un estudio científico”, 633-713.

⁶⁸ Vandenberghe, “Late Holocene Climate Variability”, 1-118.

⁶⁹ Quezada *et al.*, “Cambios en el relieve generados como consecuencia del terremoto”, 35-55; Van Daele *et al.*, “A comparison of the sedimentary records”, 1466-1496.

⁷⁰ Juan I. Molina. *Ensayo sobre la Historia Natural de Chile* (Santiago de Chile, Ediciones Maule, 1986), 83.

disminuyendo de ese modo su capacidad, i de consiguiente la velocidad de sus corrientes”⁷¹. Según mediciones proporcionadas por el mismo autor, la entrada al canal de desagüe, desde el mar, variaba en anchura entre unos 45 y 121 metros en la media marea, fluctuando en profundidad entre 3,5 y 4,5 metros en aquellas condiciones.

En la década de 1870 se podía constatar que las mareas locales hacían fluctuar leve y naturalmente el nivel del Vichuquén: “Las mareas en Llico se elevan de 1.3 m. a 1.7 m.; en el canal disminuye aún, no pasando de un metro; pero en la albúfera la diferencia de nivel entre el flujo i reflujos oscila entre 0.3 m. i 0.4 m., siendo apenas notable con las mareas muertas”⁷². A modo de comparación se debe recordar que durante el tsunami de 2010 el lago subió extraordinariamente su cota en 40 cm⁷³. Si bien el aporte natural de agua salada al Vichuquén era constante, en algunas ocasiones, debido tal vez a las malas condiciones del mar y fuerza de los vientos reinantes, la entrada de agua salada no se producía: “La estrecha boca del desagüe de la albúfera de Vichuquén suele secarse en algunos veranos, obstruida por las arenas que acarrear las aguas del mar”⁷⁴.

Pareciera ser que la obstrucción de la desembocadura del desagüe era un fenómeno inusual o bien esta se fue haciendo más recurrente en el tiempo en la medida que, tanto el cauce del desagüe, así como la boca misma, se fueron colmatando debido al desplazamiento local de arenas.

El embancado del desagüe del Vichuquén, en toda su extensión, habría sido un proceso paulatino: “Al norte de Llico corre un cordón de cerros arenosos que se extienden [...] desde el mar hasta el punto denominado las Conchas. En este lugar caen las arenas al desagüe de la albúfera, impelidas por el viento, i tomándolas el flujo i reflujos de las mareas, las esparcen por el canal para aumentar sus crecidos bancos”⁷⁵.

⁷¹ Bliss, “Lago de Vichuquén”, 44.

⁷² Vidal Gormaz, “Exploración de las costas de Colchagua i de Curicó”, 40.

⁷³ Quezada *et al.*, “Cambios en el relieve generados como consecuencia del terremoto”, 35-55.

⁷⁴ Vidal Gormaz, “Exploración de las costas de Colchagua i de Curicó”, 18.

⁷⁵ Vidal Gormaz, “Exploración de las costas de Colchagua i de Curicó”, 44.

Estas arenas alcanzaban incluso al mismo lago, depositándose en su fondo, hasta unos 500 metros de su ribera norte (Figura 2).

El desplazamiento de las arenas se habría incrementado con el tiempo: “En el lapso de los 18 años recorridos los voladeros [médanos] han subido a los cerros altos, se han deslizado por las lomas, han sepultado una gran parte de la laguna de agua dulce [sic] i estan subiendo actualmente a las lomas siguientes. Todo este espacio recorrido por los voladeros desde 1872 tiene un largo de mas o menos una milla”⁷⁶ (Albert, 1900, p. 34). El ejemplo más significativo del referido avance dunario se pudo percibir en la desaparición del pequeño caserío de Pilihue, representado en el plano de 1872 (Figura 2), que hacia fines de la década de 1880, ya estaba “sepultada bajo una espesa capa de arena i de la cual hoi dia aparecen solo escombros de los cimientos!”⁷⁷.

Los eventos antes descritos, particularmente la movilidad de las arenas, habrían condicionado la conexión del lago con el mar. Aunque este proceso habría sido gradual, hacia fines del s. XIX pareciera haberse incrementado. Algunos autores sostienen que dicha conexión se habría mantenido incluso hasta la década de 1880⁷⁸, sin embargo, fuentes de época permiten relativizar esta última apreciación pues en la década de 1890, el lago Vichuquén aún se mantenía conectado al mar, pero durante largos periodos la entrada de agua salada a este sistema se veía obstruida por una franja arenosa. Cordemoy (1889, p. 267) indicaba que el Vichuquén desaguaba por un canal tortuoso:

cuya profundidad es muy pequeña, algunos decímetros. En una gran parte de su trayecto el lecho está completamente cubierto por plantas acuáticas. La comunicación con el mar es, pues, casi nula; y aun, en enero de 1890, cuando hemos visitado el lago, la embocadura del desagüe estaba cerrada por las arenas en una longitud de cerca de 400 metros, hacía varios meses [...]. El agua del lago es casi dulce

⁷⁶ Albert, *Las Dunas o sean las arenas volantes*, 34.

⁷⁷ *Ibid.*

⁷⁸ Vandenberghe, “Late Holocene Climate Variability”, 1-118; Van Daele *et al.*, “A comparison of the sedimentary records”, 1466-1496.

en la parte más lejana del mar y se hace más y más salobre á medida que uno se acerca al Océano.⁷⁹

En síntesis, hasta fines del s. XIX la dinámica del lago habría estado influenciada por las condiciones naturales, sin que, hasta entonces, la intervención humana hubiese ejercido un rol determinante en dicho proceso. Incluso en dicha época, se podía apreciar un incipiente proceso de eutrofización natural del canal de desagüe, evidenciado por la abundancia de plantas acuáticas que cubrían dicho canal⁸⁰.

EFFECTOS DE LA INTERVENCIÓN ANTRÓPICA EN EL LAGO Y SUS RIBERAS DURANTE EL S. XX

Como se ha señalado anteriormente hasta fines del s. XIX el paisaje lacustre del Vichuquén aún mantenía una relativa pristinidad. Probablemente la única intervención histórica que podría haber tenido algún impacto en la dinámica natural de dicho cuerpo de agua, era un pequeño canal artificial que los lugareños abrían todos los inviernos comunicando laguna Torca con el Vichuquén, con el fin de regular inundaciones: “La estremidad sur de Torca se aproxima mucho a la albúfera de Vichuquen, i como es uno de los puntos mas bajos del terreno, le abren desagüe en la invernada para evitar las inundaciones i la destruccion del campo vecino”⁸¹

Pareciera ser que las aguas vaciadas estacionalmente desde Torca no habrían impactado negativamente ni la calidad del agua, ni a las comunidades biológicas presentes en el Vichuquén. De acuerdo a González su sinuosa ribera estaba cubierta por un angosto pajonal de ciperáceas que se hacía “más denso en los recodos y ensenadas, donde las aves encuentran, en cada primavera, sus lugares de apareamiento”⁸²; agregando más adelante que “la transparencia de sus aguas permite observar la abundancia de una planta acuática sumergida: *Potamogeton aff. lucens*

⁷⁹ Camilo de Cordemoy, Informe relativo al establecimiento de un puerto militar y comercial en el lago de Vichuquén, en *Estudios relativos al establecimiento de un puerto militar y comercial en el Lago de Vichuquén* (Imprenta de los Debates, Santiago de Chile, 1889), 267.

⁸⁰ Cordemoy, Informe relativo al establecimiento de un puerto, 266-303.

⁸¹ Vidal Gormaz, “Exploracion de las costas de Colchagua i de Curicó”, 43.

⁸² Javier González, “Censo del Cisne de Cuello Negro (*Cygnus melancoryphus*, Molina) en el Lago Vichuquén y Laguna Torca”, *Noticiero Mensual del Museo Nacional de Historia Natural*, XXI n° 247-248 (1977, Marzo-Abril): 7-8, 7.

(Linnaeus 1753), que cubre prácticamente todo el fondo de una franja litoral hasta mas o menos treinta metros de la orilla”⁸³. La abundancia de esta planta permitía una riqueza de aves acuáticas, destacando el cisne de cuello negro (*Cygnus melacoryphus*, Molina 1782), y las garzas *Ardea alba* (Linnaeus 1758) y *Egretta thula thula* (Molina 1782)⁸⁴.

En consecuencia, es posible inferir que hacia fines de la década de 1970 el ecosistema acuático del Vichuquén mantenía condiciones aparentemente saludables, aún cuando desde la década de 1930 terrenos ribereños habían comenzado a transformarse en sitios de veraneo⁸⁵. Entonces, se había iniciado un incipiente desarrollo turístico con la llegada del ciudadano suizo Charles Edouards Alispach, quien loteó parcelas en el sector Punta Huiñe (Figura 1), difundiendo “las maravillas turísticas del lugar: tranquilidad, pesca, caza, deportes acuáticos”⁸⁶.

Degradación de la calidad de agua y condición trófica del lago

Si bien el desarrollo del turismo se fue dando lenta y localizadamente, sería esta actividad la que finalmente habría ocasionado las mayores transformaciones en el uso del suelo ribereño y trofía del sistema lacustre. Durante la década de 1960 dicha actividad se intensificó, incrementándose la superficie ribereña destinada a la construcción de casas de veraneo de alta plusvalía y, en general, de terrenos acondicionados para el turismo y recreación. De esta manera el sector denominado la Península ó La Isla (Figura 1) “fue ocupada en todos sus márgenes y pendientes por casas de segunda residencia”⁸⁷.

Dicho cambio de uso generó que las plantaciones exóticas de pino que mitigaban la erosión, fueran raleadas, perdiéndose nuevamente parte de la cobertura vegetal ribereña⁸⁸. En este sentido, tanto el despeje de terreno, como la construcción misma de viviendas, contribuían a alterar el sistema lacustre, posteriormente el funcionamiento del sitio de veraneo sumaría nuevos y permanentes factores que

⁸³ González, “Censo del Cisne de Cuello Negro”, 7.

⁸⁴ *Ibid.*, 7-8.

⁸⁵ Rojas, “Subsidios para o planejamento ambiental”, 1-200.

⁸⁶ I. Municipalidad de Vichuquén (Ed.), *Vichuquén 400 años*, 112.

⁸⁷ Rojas, “Subsidios para o planejamento ambiental”, 87.

⁸⁸ I. Municipalidad de Vichuquén, “Proyecto de plano regulador”.

habrían incrementado dicha alteración. En efecto, el periódico aporte de nutrientes generados por el vertido de aguas residuales domésticas y la fertilización de jardines ribereños, deterioraron más el estado trófico del lago Vichuquén⁸⁹. Este tipo de ocupación se extendió prácticamente a la totalidad de las riberas del lago (Figura 1), razón por la cual, se propuso un ordenamiento territorial de la cuenca del Vichuquén, donde gran parte de la ribera lacustre se destina al turismo⁹⁰. Actualmente, el turismo es la principal actividad económica que sustenta a la población local, sin embargo también ha ocasionado problemas ambientales desconocidos en la zona⁹¹.

Hacia fines de la década del 2000 el Vichuquén aún era considerado como “uno de los lagos naturales descontaminados” más cercanos a Santiago, calificándosele como “un área de gran riqueza escénica y, en consecuencia, de gran valor ecológico”⁹²; sin embargo, creemos que este autor ha sobreestimado la real condición ecológica del sistema lacustre y su entorno inmediato, debido a que dicho sistema natural ya presentaba notorias alteraciones; de hecho Rojas y Tavares indican que la cuenca ha ido “perdiendo su propia capacidad de regulación ecológica”⁹³.

Un indicador de la condición ambiental del Vichuquén estaría relacionado con la disminución de la profundidad de este lago, la que en 1872 era de aproximadamente 37 metros⁹⁴, mientras que en 2008 se midieron sólo 33 metros en su parte más profunda⁹⁵, disminuyendo a 31 metros en las mediciones realizadas el 2016⁹⁶. Cabe señalar que el espejo de agua no evidencia cambios significativos en su área, ya que las mediciones realizadas a mediados del s. XIX (13 km²) y las actuales (12,5 km²) son prácticamente coincidentes⁹⁷. Posiblemente la variación de profundidad se debería a

⁸⁹ Rojas, “Subsidios para o planeamiento ambiental”, 1-200.

⁹⁰ Rojas y Tavares, “Implementación de prácticas públicas y privadas”, 1-22.

⁹¹ Rojas, “Subsidios para o planeamiento ambiental”, 1-200.

⁹² *Ibid.*, 54.

⁹³ Rojas y Tavares, “Implementación de prácticas públicas y privadas”, 11.

⁹⁴ Vidal Gormaz, “Exploración de las costas de Colchagua i de Curicó”, 5-47.

⁹⁵ Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, “Evaluación Limnológica General del Lago Vichuquén” (informe técnico, Universidad de Concepción, 2008).

⁹⁶ Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, “Diagnóstico y caracterización del estado trófico del lago Vichuquén” (informe técnico, Universidad de Concepción, 2016).

⁹⁷ Vidal Gormaz, “Exploración de las costas de Colchagua i de Curicó”, 5-47; Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, “Diagnóstico y caracterización del estado trófico del lago Vichuquén” (informe técnico, Universidad de Concepción, 2016).

la erosión generada por los procesos de intervención humana ocurridos en la cuenca lacustre durante los últimos 150 años.

Al comparar los resultados de estudios limnológicos realizados por el Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile⁹⁸, se deduce que el proceso de eutroficación del lago Vichuquén se ha acelerado en el transcurso de los últimos ocho años. En tal sentido, durante el 2008, la evaluación del índice trófico de Carlson⁹⁹ clasificaba a dicho lago como meso-eutrófico. Sin embargo, durante el 2016 aplicando el mismo índice, el estado de trofia de este cuerpo de agua se incrementó, clasificándosele como eutrófico, aunque en algunos períodos su estado se elevó a hipereutrófico.

La condición actual del lago obedece fundamentalmente a la alta concentración de fósforo total presente en la columna de agua, aumento que estaría relacionado a los aportes provenientes de una cuenca severamente intervenida¹⁰⁰. El alto nivel de fósforo encontrado se explicaría además por la retención de una significativa cantidad de agua salada, resultante del tsunami de 2010, que habría incrementado el déficit de oxígeno en la columna de agua, intensificando la permanencia de masas de agua con distinta salinidad (haloclina)¹⁰¹. Dicha estratificación genera una barrera que impide y/o reduce el transporte de oxígeno entre la superficie y el fondo. Este fenómeno estaría favoreciendo la liberación de fosfatos desde los sedimentos a la columna de agua contribuyendo a la eutroficación del Vichuquén¹⁰². La transparencia del agua, fluctuó entre 0,6 y 3,0 m dependiendo del sitio de muestreo, lo que evidencia una notoria disminución respecto a lo observado en 1977, donde esta alcanzaba aproximadamente a los 6 metros de profundidad¹⁰³.

⁹⁸ Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, "Evaluación Limnológica General del Lago Vichuquén" (informe técnico, Universidad de Concepción, 2008); Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, "Diagnóstico y caracterización del estado trófico del lago Vichuquén" (informe técnico, Universidad de Concepción, 2016).

⁹⁹ Carlson, "A Trophic State Index for Lakes": 361-369.

¹⁰⁰ Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, "Evaluación Limnológica General del Lago Vichuquén" (informe técnico, Universidad de Concepción, 2008).

¹⁰¹ Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, "Diagnóstico y caracterización del estado trófico del lago Vichuquén" (informe técnico, Universidad de Concepción, 2016).

¹⁰² *Ibid.*

¹⁰³ González, "Censo del Cisne de Cuello Negro", 7-8; Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, "Diagnóstico y caracterización del estado trófico del lago Vichuquén" (informe técnico, Universidad de Concepción, 2016).

El análisis de la evidencia documental junto a los resultados de parámetros de calidad agua y sedimentos obtenidos entre 2015 y 2016 demostraría que el proceso de degradación ambiental del lago Vichuquén se ha acelerado durante las últimas décadas, contribuyendo a ello la progresiva intervención antrópica y los fenómenos naturales de gran intensidad, que han modificado la regulación de este ecosistema.

CONCLUSIONES

La evidencia contrastada permite concluir que durante el periodo colonial el lago Vichuquén y su zona adyacente mantuvieron condiciones de relativa pristinidad debido al uso y forma de ocupación del territorio. Con la introducción de nuevas actividades agropecuarias, el territorio fue cambiando de fisonomía, aún cuando el uso restringido del suelo no alteró sustancialmente las condiciones ambientales de la zona hasta mediados del s. XIX. Hacia fines de ese siglo la intensificación del cultivo del trigo y la tala maderera mercantil generaron una notoria desaparición del bosque nativo en toda la zona ribereña del Vichuquén, detonando procesos erosivos que habrían afectado la condición trófica del lago. Desde mediados del s. XX se produjo la mayor transformación del uso del suelo ribereño, debido al aumento de casas de veraneo de alta plusvalía y el acondicionamiento de terrenos destinados al turismo y recreación, aumentando el aporte de nutrientes al lago. Entre los años 2008 y 2016 el nivel trófico del lago Vichuquén se incrementó significativamente, pasando de un estado mesotrófico a eutrófico y, en algunos periodos, a hipereutrófico. Si bien entre los siglos XX y XXI la progresiva ocupación humana generó los mayores impactos ambientales en aquél paisaje natural, la ocurrencia de eventos catastróficos y la dinámica natural de la zona, también jugaron un rol importante en las transformaciones del paisaje local.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo realizado en el marco del Proyecto CRHIAM/CONICYT/FONDAP/15130015.

BIBLIOGRAFÍA

- Albert, Federico. Las Dunas o sean las arenas volantes, voladeros, arenas muertas, invasión de las arenas, playas i médanos del centro sur de Chile. Santiago de Chile: Imprenta Cervantes, 1900.
- Alcedo, Antonio de. Diccionario Geográfico-Histórico de las Indias Occidentales ó América. 5 vols. Madrid: Imprenta de Manuel González, 1789.
- Anrique, Nicolás. Bibliografía Marítima Chilena 1840-1894. Santiago de Chile: Imprenta Cervantes, 1894.
- Bliss, H. (1866). Lago de Vichuquén o de Llico, en la recién creada provincia de Curicó. Anales de la Universidad de Chile, XXVIII, 42-50.
- Bolós, María de. "Antecedentes". En María de Bolós (Ed.), Manual de ciencia del paisaje teoría, métodos y aplicaciones, 3-11. Barcelona: Masson S.A., 1992.
- Bolós, María de. "La evolución o arqueología del paisaje". En María de Bolós (Ed.), Manual de ciencia del paisaje teoría, métodos y aplicaciones, 191-203. Barcelona: Masson S.A., 1992.
- Camus, P. (2001). Perspectiva de la "Historia Ambiental": Orígenes, definiciones y problemáticas. Pensamiento Crítico. Revista Electrónica de Historia, 1, 2-27.
- Carlson, Robert. "A Trophic State Index for Lakes". Limnology and Oceanography, 22 (1977): 361-369.
- Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile. "Diagnóstico y caracterización del estado trófico del lago Vichuquén". Universidad de Concepción, Concepción. 2016.
- Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile. "Evaluación Limnológica General del Lago Vichuquén". Informe técnico. Universidad de Concepción, Concepción. 2008.
- Cordemoy, Camilo J. de. "Informe relativo al establecimiento de un puerto militar y comercial en el lago de Vichuquén". En Ministerio de Industria y Obras Públicas (Ed.), Estudios relativos al establecimiento de un puerto militar y comercial en el Lago de Vichuquén, 266-303. Santiago de Chile: Imprenta de los Debates, 1889.
- Donoso, C. (1982). Reseña ecológica de los bosques mediterráneos de Chile. Bosque, 4(2),117-146.
- Donoso, Claudio. Bosques templados de Chile y Argentina. Santiago de Chile: Editorial Universitaria, 1993.
- Elizalde, Rafael. La sobrevivencia de Chile: la conservación de sus recursos naturales. Santiago de Chile: El Escudo, Impresores-Editores Ltda., 1970.

Fajardo, Alex y Paul Alaback. "Effects of natural and human disturbances on the dynamics and spatial structure of *Nothofagus glauca* in south-central Chile". *Journal of Biogeography*, 32 (2005): 1881-1825.

González, Javier. "Censo del Cisne de Cuello Negro (*Cygnus melancoryphus*, Molina) en el Lago Vichuquén y Laguna Torca". *Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural*, 247-248 (1977, Marzo-Abril): 7-8.

I. Municipalidad de Vichuquén. *Vichuquén 400 años*. Curicó: Ediciones La Prensa, 1985.

Lomnitz, Cinna. "Major Earthquakes and Tsumanis in Chile during the period 1535-1955". *Geologische Rundschau*, 59, n° 3 (1970): 938-960.

Lomnitz, Cinna. "Major Earthquakes of Chile: A Historical Survey, 1535-1960". *Seismological Research Letters*, 75, n° 3 (2004): 368-378.

Medina, José T. *Ensayo acerca de una Mapoteca Chilena*. Santiago de Chile: Imprenta Ercilla, 1889.

Molina, Juan I. *Ensayo sobre la Historia Natural de Chile*. Santiago de Chile: Ediciones Maule, 1986.

Montero, Alejandro. "Antecedentes preliminares sobre estudio ecológico en Llico". En I. Municipalidad de Vichuquén (Ed.), *Vichuquén 400 años*, 134-142. Curicó: Ediciones La Prensa, 1985.

Mujica, Juan *Antigüedades Curicanas*. Curicó: Imp. "La Prensa", 1943.

Muñoz, Fernando, Carolina Muñoz, Matilde Uribe, María A. Matín, Juan R. Molina, Miguel A. Herrera, Juan B. Álvarez y Luis M. Martín. "Composición, estructura y diversidad de poblaciones de *Nothofagus glauca* ubicadas en la zona mediterránea de Chile". *Gayana Botánica*, 70, n°1 (2013): 82-91.

Nieto, Ramón. "Proyecto de un canal entre el lago de Vichuquén y el mar y un ferrocarril de Curicó á Llico". En Ministerio de Industria y Obras Públicas (Ed.), *Estudios relativos al establecimiento de un puerto militar y comercial en el Lago de Vichuquén*, 3-40. Santiago de Chile: Imprenta de los Debates, 1889.

Odone, María C. "El pueblo de indios de Vichuquén: Siglo XVI y XVII". *Revista de Historia Indígena*, 3 (1998): 19-37.

Parra, Oscar, Claudio Valdovinos, Roberto Urrutia, Marco Cisternas, Evelyn Habit y María Mardones. "Caracterización y tendencias tróficas de cinco lagos costeros de Chile Central". *Limnetica*, 1-2 (2003): 51-83.

Pottier, Rafael. "Informe sobre el proyecto de construcción de un puerto en el lago de Vichuquén". En Ministerio de Industria y Obras Públicas (Ed.), Estudios relativos al establecimiento de un puerto militar y comercial en el Lago de Vichuquén, 43-57. Santiago de Chile: Imprenta de los Debates, 1889.

Quezada, Jorge, Edilia Jaque, Alfonso Fernández y Daniela Vásquez. Cambios en el relieve generados como consecuencia del terremoto Mw = 8,8 del 27 de febrero de 2010 en el centro-sur de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, 53 (2012): 35-55.

Ramírez, Carlos, Cristina San Martín y José San Martín. "Colmatación por macrófitos del complejo lacustre Vichuquén (VII Región, Chile) y clave para determinación". *Revista Geográfica de Chile Terra Australis*, 49 (2004): 179-196.

Riso Patrón, Luis. *Diccionario jeográfico de Chile*. Santiago de Chile: Imprenta Universitaria, 1924.

Rojas, José y Yuri Tavares. "Implementación de prácticas públicas y privadas relacionadas al ordenamiento territorial a través de la determinación de unidades de paisaje en la cuenca hidrográfica del lago Vichuquén, Chile". *Revista Geográfica de América Central, Número Especial EGAL* (2011): 1-22.

Rojas, José. "Subsídios para o planejamento ambiental em áreas hidrográficas: Lago Vichuquén – Chile e Represa de Itupararanga – Brasil. Um estudo compativo". Tesis de maestría. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2010.

Ryding, Sven y Walter Rast. *El control de la eutroficación en lagos y pantanos*. Madrid: Ediciones Pirámide, 1992.

San Martín, José. "Vegetación y diversidad florística en la Cordillera de la Costa de Chile central (34° 44'– 35° 50' S)". En Cecilia Smith-Ramírez, Juan Armesto y Claudio Valdovinos (Eds.), *Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile*, 178-189. Santiago de Chile: Editorial Universitaria, 2005.

Sánchez, Vicente y Beatriz Guiza. *Glosario de términos sobre medio ambiente*. Santiago de Chile: Unesco/OREALC, 1990.

Smith, Val. "Eutrophication of freshwater and coastal marine ecosystems. A global problema". *Environmental Science and Pollution Research*, 10, n° 2, (2003): 126-139.

Solano Asta-Buruaga, Francisco. *Diccionario Geográfico de la República de Chile*. Leipzig: Imprenta de F. A. Brockhaus, 1899.

Steffen, Hans. "Contribuciones para un estudio científico del terremoto del 16 de agosto de 1906". *Anales de la Universidad de Chile*, 120 (1970): 633-713.

Subsecretaría de Pesca. “Antecedentes técnicos para establecer medidas de protección (veda) a especies ícticas nativas en aguas continentales”. Informe técnico. Departamento de Pesquerías, Gobierno de Chile, Santiago. 2005.

Torrejón, Fernando y Marco Cisternas. “Alteraciones del paisaje ecológico araucano por la asimilación mapuche de la agroganadería hispano-mediterránea (siglos XVI y XVII)”. *Revista Chilena de Historia Natural*, 75 (2002): 729-736.

Van Daele, Maarten, Jasper Moernaut, Lindsey Doom, Evelien Boes, Karen Fontijn, Katrien Heirman, Willem Vandoorne, Dierk Hebbeln, Mario Pino, Roberto Urrutia, Robert Brümmer y Marc De Batist. “A comparison of the sedimentary records of the 1960 and 2010 great Chilean earthquakes in 17 lakes: Implications for quantitative lacustrine palaeoseismology”. *Sedimentology*, 62, n° 5 (2015): 1466-1496.

Vandenbergh, Jonas, “Late Holocene Climate Variability in South-Central Chile: a Lacustrine record of Southern Westerly Wind Dynamics”. Tesis Master of Science in Geology. Universiteit Gent, Gent. 2012.

Vega, Alejandra. “Asentamiento y territorialidad indígena en el Partido del Maule en el siglo XVI”. *Historia*, 32 (1999): 685-708.

Vidal Gormaz, Francisco. “Esploracion de las costas de Colchagua i de Curicó, i de la albufera de Vichuquén, practicada por orden del Supremo Gobierno, en septiembre de 1872, por el capitán graduado de corveta don Francisco Vidal Gormaz”. *Anales de la Universidad de Chile*, XLIII (1873): 5-47.

Vidal Gormaz, Francisco. “Jeografía Náutica de la República de Chile”. *Anuario Hidrográfico de la Marina de Chile*, 6 (1880): 121-135.

CARTOGRAFÍA

IGM. (2012). Llico F-029 1:50.000 (34° 45' - 72° 00'). Instituto Geográfico Militar.

I. Municipalidad de Vichuquén. (1996). Proyecto de plano regulador y límite urbano de Llico y lago Vichuquén. Desarrollo urbano y turístico. 1:30.000. I. Municipalidad de Vichuquén.

Reconstructing the environmental degradation of Vichuquen Lake, Maule Region, Chile, through the use of historical records.

ABSTRACT :

Through a historical-documentary analysis the environmental condition of Vichuquén lake and its adjacent area was reconstructed between the 19th and 20th centuries. The obtained results allowed to determine the natural landscape transformations provoked by the human intervention. It was established that until the end of 19th century the environmental intervention would have been moderate, but was during this period when a more intensified human influence through the natural resources exploitation and land use changes, started. Since the middle of 20th century the lakeside occupation increases with tourism and other recreational activities, producing a change a trophic level of the ecosystem. Besides the anthropogenic impacts it was also verified the important influence of some natural events in the dynamic of Vichuquén Lake landscape.

Keywords: Lacustrine landscape, environmental history, change land use.

Recibido: 30/11/2018
Aprobado: 02/01/2019