Oasis en Tensión: Transformación Histórica y Cambio Ambiental en un Humedal Protegido del Oeste Argentino desde el Siglo XX

Luis Bernardo Bastidas Mejía[1], María Cintia Piccolo[2], Alberto Ismael Juan Vich[3]

Resumen

Esta investigación analiza cómo las transformaciones históricas en la relación sociedad–agua propiciaron la degradación ambiental del sistema de humedales del sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero, en el centro-oeste árido argentino, con especial énfasis desde el siglo XX hasta la actualidad. A partir del estudio del balance hídrico regional, los caudales ambientales y los escenarios de cambio climático, se examina cómo la expansión de los oasis irrigados y la reorganización territorial del recurso hídrico modificaron progresivamente el equilibrio hidrosocial del sistema. Asimismo, se analizó el contexto histórico y la organización territorial vinculada al equilibrio que sostenía el sistema lacustre, así como la dinámica del uso del agua, considerando aportes naturales y extracciones derivadas de actividades humanas. Los resultados evidencian que la sobreexplotación hídrica, sumada a la variabilidad climática, compromete la sostenibilidad del sistema y genera desequilibrios crecientes en el balance hídrico regional, proyectando escenarios de mayor estrés hídrico. Adicionalmente, se incorporó la perspectiva de la Declaración de Brisbane sobre caudales ambientales (2018) y las advertencias del VI Informe del IPCC (2021), que destacan la necesidad de preservar estos flujos para mantener la funcionalidad ecológica y los servicios ecosistémicos de los humedales. El análisis conjunto revela que el oasis, históricamente configurado por la interacción entre sociedad y agua, atraviesa una situación crítica en la que la demanda agrícola, urbana e industrial supera a la oferta natural, mientras la reducción proyectada de la disponibilidad hídrica incrementa la vulnerabilidad del sistema. El estudio destaca la importancia de reconocer los humedales como espacios de memoria ambiental y como laboratorios para comprender las transformaciones de largo plazo en la relación sociedad–agua, subrayando la urgencia de implementar políticas integradas de gestión hídrica y adaptación climática.

Palabras clave: transformaciones históricas; caudales ambientales; balance hídrico; memoria ambiental; humedales.

[1] Doutor em Geografia (Universidad Nacional del Sur, Argentina). Professor Associado do Departamento de Geografia da Universidad Nacional de Cuyo, Argentina. ORCID: 0000-0002-8570-9734. E-mail: luis.bastidas@ffyl.uncu.edu.ar

[2] Doutora em Oceanografia (Old Dominion University, Estados Unidos da América). Pesquisadora do Instituto Argentino de Oceanografía (IADO), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina. Vinculada ao Departamento de Geografía y Turismo da Universidad Nacional del Sur, Argentina. ORCID: 0000-0002-5184-9149. E-mail: ofpiccol@criba.edu.ar

[3] Mestre em Ciências, com especialização em Edafologia (Colegio de Postgraduados, México). Pesquisador do Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina. Vinculado à Facultad de Filosofía y Letras da Universidad Nacional de Cuyo, Argentina. ORCID: 0000-0002-0477-2476. E-mail: aijvich@mendoza-conicet.gob.ar

Ya en 1940, Galileo Vitali, en su obra Hidrología Mendocina[4]: contribuciones a su conocimiento, advertía que el sistema lacustre de Huanacache (o Guanacache), ubicado entre las provincias argentinas de Mendoza y San Juan, dependía del desagüe del arroyo Tulumaya, del retroceso de las aguas de los ríos Mendoza y San Juan y de las escasas precipitaciones regionales. Al referirse al río Desaguadero y sus lagunas asociadas, el autor señalaba la necesidad de forestar la región para evitar la desaparición del pueblo Huarpe, "condenados a desaparecer a causa de la extinción paulatina de las aguas que les hacía posible la vida". Esta observación temprana no sólo reflejaba una preocupación hidrológica, sino también la percepción de una crisis socioambiental vinculada a la degradación progresiva de los humedales del oeste árido argentino.

El caso de Guanacache constituye un ejemplo paradigmático de las transformaciones hidrosociales ocurridas en los territorios áridos sudamericanos durante los últimos siglos. Diversos estudios históricos, arqueológicos y ambientales muestran que estos humedales conformaron históricamente un espacio ecológico y cultural central para las poblaciones indígenas huarpes, quienes desarrollaron formas de subsistencia estrechamente asociadas a la dinámica de las lagunas, bañados y paleocauces vinculados al río Desaguadero[5]. Lejos de constituir espacios marginales, estos humedales cuyanos funcionaron como territorios complejos donde coexistían actividades agrícolas, pesca, caza y recolección, articuladas con las fluctuaciones naturales de los caudales y los ciclos hidroclimáticos regionales.[6,9]

En una región con marcada aridez, los oasis naturales se desarrollaron a las márgenes de los ríos, principalmente en las zonas bajas y de acumulación, donde la riqueza de los suelos sedimentarios, y la disponibilidad de agua permitió el desarrollo de zonas vegetadas de mayor desarrollo que la xerófita circundante[7]). Para cuando la conquista española llegó, las crónicas (1561) relatan un clima más frío y de mayor

[4] Vitali, G. "Hidrología Mendocina: Contribuciones a su Conocimiento". (1940).
[5] Chiavazza, H. Y Prieto, M. "El río Desaguadero: corredor cultural en la historia de Cuyo". Capítulo 5, en: Restauración de un sistema ecológico compartido. Estudio ambiental del sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero. (2015).
[6] Prieto, M. y Chiavazza, H. "Aportes de la historia ambiental y la arqueología para el análisis del patrón de asentamiento huarpe en el oasis norte de Mendoza". (2005).
[7] Bastidas, L. "Caudal ambiental en el sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero, Argentina". Tesis doctoral. Universidad Nacional del Sur. (2023).

abundancia hídrica en los ríos aportantes al sistema lacustre, lo que permitía la existencia de grandes bosques de algarrobo[8]. El presente, muestra una zona degradada, con bajos o nulos aportes hídricos, y una fragmentación territorial donde ya pocas personas la habitan, y donde el agua (o su carencia) es la principal protagonista[7]

Las investigaciones evidencian que estas transformaciones territoriales asociadas al manejo del agua poseen una larga duración histórica. Así, algunos autores sostienen que los ambientes lacustres del norte mendocino y áreas asociadas al Desaguadero experimentaron modificaciones progresivas vinculadas tanto a variaciones hidroclimáticas como al avance de los procesos de ocupación y reorganización territorial posteriores a la colonización[6,9]. En este sentido, la interacción permanente entre las sociedades humanas y la naturaleza generó ambientes crecientemente transformados, donde las obras hidráulicas, los sistemas de irrigación y el crecimiento agrícola alteraron de manera progresiva el funcionamiento ecológico regional[10]

A partir de los siglos XIX y XX, la consolidación de los oasis irrigados en las cuencas medias de los ríos andinos profundizó estas transformaciones hidrosociales[11]. La expansión agrícola y urbana, junto con la construcción de diques, canales y sistemas de distribución hídrica, incrementó progresivamente la retención y consumo del agua (aguas arriba), reduciendo los aportes hacia los humedales bajos del sistema de Guanacache.[12] Como consecuencia, amplios sectores lagunares comenzaron a retraerse, favoreciendo procesos de desertificación, degradación ambiental y pérdida de biodiversidad, cuyo comportamiento endorreico actual del sistema responde, en gran medida, al intenso aprovechamiento hídrico desarrollado en las partes altas y medias de las cuencas.[13]

[8] Roig, F. Roig, M. y Roig, E. “Guanacache”. Universidad Nacional de Cuyo. (1999).
[9] Prieto, M. y Rojas, F. “Documentary evidence for changing climatic and anthropogenic influences on the Bermejo Wetland in Mendoza, Argentina, during the 16th–20th century”. (2012).
[10] Bastidas, L. “Caudal ambiental en el sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero, Argentina”.
[11] França, A. y Cerdá, J. “Las Transformaciones de los Espacios Rurales Argentinos: Paisajes Imaginados y Cambios Socio Ambientales (1880-1930)” (2022).
[12] Abraham, R. y Vitarelli, M. “Las lagunas de Guanacache como espacio de recuperación. Un caso de estudio para la enseñanza del manejo integral de cuencas”. (2014).
[13] Bastidas, L. “Caudal ambiental en el sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero, Argentina”. Tesis doctoral. Universidad Nacional del Sur. (2023).

Estas dinámicas permiten comprender al agua no sólo como un recurso natural, sino como un elemento estructurante de relaciones sociales, territoriales y de poder. En regiones áridas como Cuyo, el control del agua condicionó históricamente las formas de ocupación territorial, producción económica y organización social, configurando paisajes profundamente artificializados. Desde esta perspectiva, los sistemas hidráulicos representan expresiones materiales de apropiación de la naturaleza y de reorganización del territorio, particularmente visibles en espacios donde la disponibilidad hídrica resulta limitada y estratégica.[12]

En paralelo, los aportes de la climatología histórica han permitido analizar las relaciones entre variabilidad hidroclimática y transformaciones sociales de largo plazo. En regiones áridas dependientes de los deshielos andinos, las fluctuaciones climáticas adquieren una relevancia central para comprender tanto la expansión de los oasis productivos como la degradación de los humedales periféricos. Asimismo, se destaca que las sociedades latinoamericanas históricamente otorgaron una importancia central a los eventos extremos asociados al agua (sequías, crecidas e inundaciones) debido a su impacto directo sobre las formas de supervivencia y organización territorial.[14]

En este marco, el deterioro ambiental del sistema lacustre puede interpretarse como el resultado de un proceso histórico de larga duración en el que convergen la apropiación diferencial del agua, la expansión agroindustrial, la variabilidad climática y la reconfiguración territorial. Bajo esta lógica, herramientas como el balance hídrico y los caudales ambientales permiten analizar contemporáneamente las expresiones materiales de dichas transformaciones históricas.

Cuantitativamente, y en cuanto al agua, el balance hídrico (oferta o entradas versus demanda o salidas) constituye uno de los pilares de la hidrología, el cual permite comprender la disponibilidad y dinámica del recurso en función de sus características regionales. Así, las entradas están representadas por la precipitación y/o escurrimientos superficiales y subsuperficiales, mientras que las salidas incluyen escurrimientos totales, evaporación, evapotranspiración e infiltración.

[14] Prieto, M. Rojas, F. y Castillo, L. “La climatología histórica en Latino américa. Desafíos y perspectivas”. Bulletin de l'Institut français d'études andines. 47 (2). (2018).

La determinación del balance hídrico no solo aporta información sobre la capacidad de un sistema para sostener el ciclo local del agua, sino que además define, en gran medida, el alcance ecológico de una región y la distribución temporal y espacial del recurso que moldea el paisaje y sustenta la biota local y las sociedades.[15]

Cuando se incorpora el consumo humano (residencial, agrícola e industrial) en este balance, el componente de "salidas" aumenta, sustrayendo agua de los excedentes de almacenamiento. En casos extremos, esto puede derivar en que la mayoría de los ingresos hídricos se destinen al uso antrópico, en detrimento de los ecosistemas dependientes del agua. De allí que organismos internacionales y regionales recomienden el análisis del balance hídrico como herramienta para optimizar el uso del agua y orientar políticas de gestión sustentable.

En contextos áridos, la escasez hídrica natural se ve tensionada por el crecimiento agrícola y urbano en los oasis productivos de las cuencas medias, lo que exige una planificación continua del recurso. En este sentido, Abraham y Vitarelli sostienen que los procesos de degradación ambiental vinculados al sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero deben abordarse desde una perspectiva compleja y multicausal, considerando conjuntamente componentes ambientales, históricos, culturales, sociales y económicos.[16]

El proceso de desecación de estos espacios lacustres refleja el desequilibrio de la ecuación del balance hídrico, con las demandas de agua (intensivas por consumo humano y por evaporación) por encima de la oferta hídrica normal. La búsqueda del equilibrio permitiría que los ríos puedan volver a fluir para recomponer los antiguos sistemas lagunares. Estos flujos mínimos se denominan Caudales Ambientales, los cuales surgen como una herramienta clave para equilibrar las necesidades humanas con la conservación ecológica.[15]

Su conceptualización y consolidación internacional estuvieron fuertemente influenciadas por la Declaración de Brisbane (2007; actualizada en 2018), documento en

[15] Bastidas, L. "Caudal ambiental en el sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero, Argentina". Tesis doctoral. Universidad Nacional del Sur. (2023).
[16] Abraham, R. y Vitarelli, M. "Las lagunas de Guanacache como espacio de recuperación. Un caso de estudio para la enseñanza del manejo integral de cuencas". (2014).

el que especialistas de distintos continentes proclamaron la necesidad de garantizar caudales mínimos para mantener la salud de ríos, humedales y lagos, junto con los medios de vida humanos que dependen de ellos.[17]

El énfasis en los caudales ambientales se relaciona estrechamente con desafíos contemporáneos como la presión creciente de represas, el aumento de la variabilidad hídrica bajo escenarios de cambio climático y la fragmentación de la gobernanza del agua. En este sentido, la Declaración de Brisbane y su Agenda de Acción Global destacan la necesidad de integrar dimensiones biofísicas, sociales y culturales en la gestión hídrica, vinculando explícitamente los caudales ambientales con los Objetivos del Desarrollo Sostenible.[17]

De manera complementaria, el VI Informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático advierte que el cambio climático intensifica la presión sobre los ecosistemas acuáticos, aumentando la frecuencia de sequías y modificando la disponibilidad de agua en regiones sensibles. Si bien el informe no menciona específicamente a los caudales ambientales, existe un vínculo estrecho entre sus proyecciones y la necesidad de implementarlos como estrategia de adaptación frente al deterioro de los sistemas hidrológicos.[18]

En el caso de los humedales cuyanos, particularmente en el sitio Ramsar analizado, la conjunción de escasez hídrica estructural, demandas humanas crecientes y efectos del cambio climático plantea un escenario crítico. En este contexto, la investigación se orienta a responder la siguiente pregunta: ¿cómo las transformaciones históricas en el uso y control del agua durante el siglo XX en los oasis productivos del norte de Mendoza modificaron el equilibrio hidrosocial del sistema de Guanacache, produciendo procesos de degradación ambiental, desterritorialización y pérdida de memoria hídrica en los humedales del oeste argentino?

De esta forma, el objetivo de este trabajo es analizar la transformación histórica de la relación sociedad–agua en el sistema de humedales de Guanacache, articulando el análisis del balance hídrico regional, los caudales ambientales y los escenarios de

[17] Arthington, Angela, et al. “The Brisbane Declaration and Global Action Agenda on Environmental Flows”. (2018).
[18] IPCC. “The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change” (2021).

cambio climático como expresiones contemporáneas de un proceso histórico de larga duración.

Para abordar esta problemática, se examinó la configuración histórica del sistema hidrosocial de Guanacache y las transformaciones territoriales vinculadas al uso del agua en Cuyo. Posteriormente, se analizó el balance hídrico regional como expresión material de dichas transformaciones. Asimismo, se abordó la dimensión de memoria ambiental y desterritorialización asociada al proceso de degradación de los humedales. Finalmente, se discutieron los desafíos contemporáneos vinculados a los caudales ambientales y al cambio climático en el marco de la sustentabilidad regional.

METODOLOGÍA

El trabajo articula herramientas de análisis hidrológico con una interpretación histórico-territorial de largo plazo, considerando que las dinámicas contemporáneas del balance hídrico regional constituyen expresiones materiales de procesos históricos de apropiación, reorganización y uso diferencial del recurso hídrico en los oasis productivos cuyanos. Para ello, se integraron variables hidrológicas, climáticas y ambientales con antecedentes históricos y territoriales vinculados a la evolución del sistema hídrico regional.

ÁREA DE ESTUDIO

La investigación está enfocada sobre el sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero. Se localiza entre los paralelos 34°06' S y 32°00' S y los meridianos 68°42' O y 66°24' O, ubicado en el centro-oeste de la República Argentina, específicamente entre las provincias de Mendoza, San Juan y San Luis (Figura 1).

El polígono del sitio Ramsar fue creado en común acuerdo entre las provincias de Mendoza y San Juan en 1999 (año de inclusión a la lista de Humedales de Importancia Internacional de la Convención de Ramsar)[19]. Posterior al año 2000, se incorporó una

[19] Sosa, Heber y Vallvé, Silvana. "Procedimiento de inclusión de lagunas de Guanacache a la convención sobre los humedales (Ramsar,71)" (1999).

porción al este y sur, con espacios de la provincia de San Luis. Para el 2007, la extensión del sitio se amplió a su valor definitivo actual, alcanzando los 9.623,70 km^2[19,20]

El clima es árido y semiárido, en concordancia con la diagonal árida sudamericana[21]. Las precipitaciones son escasas (promedio anual de 221 mm), estivales y decrecientes hacia el oeste, mientras que en alta montaña predominan nevadas invernales que alimentan los cursos de agua[22]. Por otra parte, las temperaturas presentan amplias oscilaciones anuales y gradientes negativos hacia el sur y la montaña[23]. Hidrológicamente, la región integra el sistema Desaguadero-Salado-Chadileuvú-Curacó-Colorado[24], con un nodo natural de regulación en Guanacache que permitió la existencia de lagunas y humedales encadenados. Actualmente, la reducción de caudales por uso intensivo del agua en oasis irrigados y profundización de cauces ha acelerado la desecación del sistema, restringiendo los aportes hídricos de los ríos San Juan, Mendoza y Tunuyán.[25]

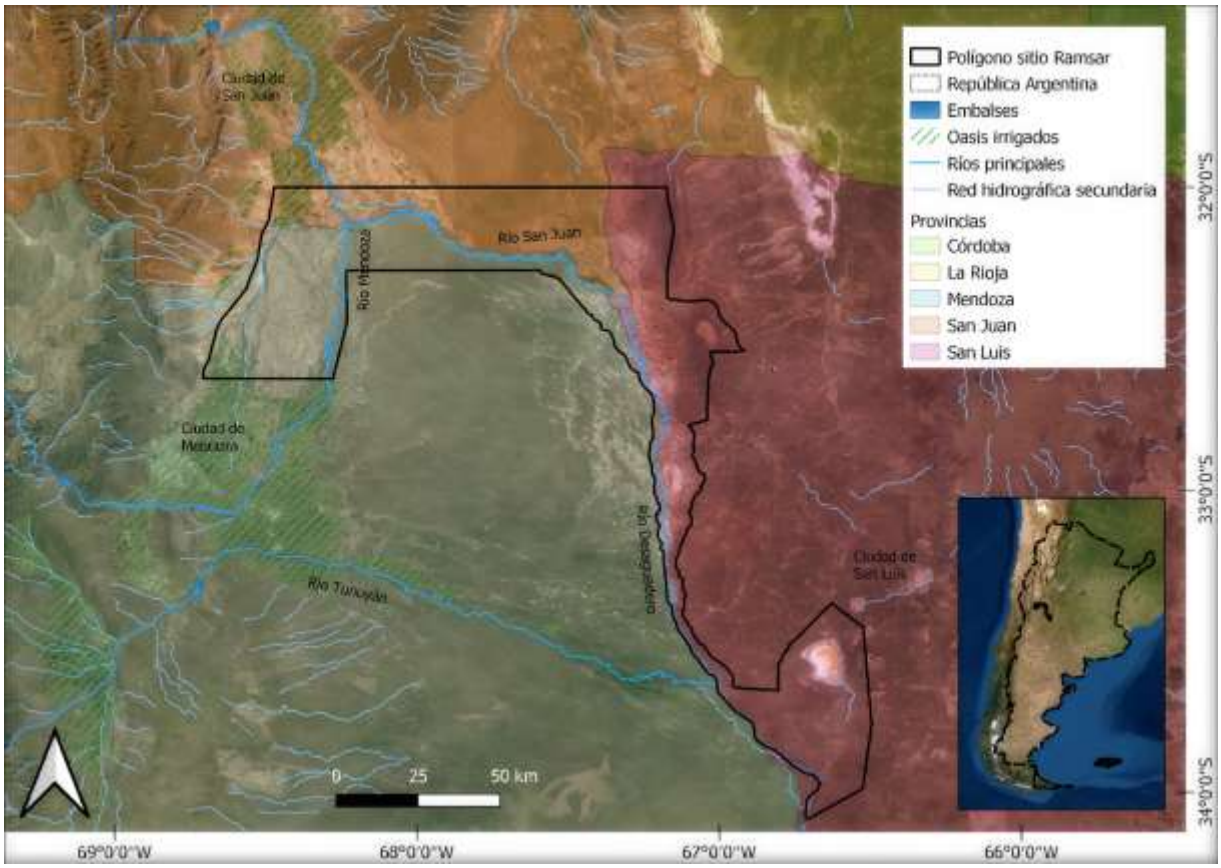
La biodiversidad refleja la interacción entre condiciones áridas, depósitos sedimentarios y cuerpos de agua, enmarcándose en la provincia fitogeográfica del Monte y dominada por estepas arbustivas y comunidades halófitas en salitrales[26]. Asimismo, la fauna incluye roedores como el coipo, felinos como el gato montés y el puma, y especies mayores como el guanaco y el pecarí; entre las aves se destacan el ñandú, el cóndor y rapaces, además de 50 especies de aves acuáticas registradas[27]. La ictiofauna corresponde a especies nativas de la región Sub-andina cuyana, como la mojarra y el bagre otuno[19,26].

A nivel socioeconómico, la población actual es escasa (2.000 – 4.000 habitantes), en su mayoría descendiente del pueblo Huarpe, dedicada a la ganadería caprina

[20] Sosa, Heber. "Restauración y conservación del Sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del bebedero. Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales" (2012).
[21] Albiol, Claudia. "Aplicación de criterios para la identificación de precipitaciones extremas en los oasis mendocinos, 1970 – 2010", Vientos del Norte, 6(2) (2018).
[22] Albiol, Claudia. "Análisis de las precipitaciones de Mendoza entre 1970 y 2010: variabilidad, tendencia y comportamiento cíclico", X Jornadas Nacionales de Geografía Física, Malargüe (2014).
[23] Lauro, Carolina. "Estudio del comportamiento del régimen fluvial de las cuencas del oeste argentino y su vinculación con el cambio climático", Tesis doctoral. (2016).
[24] Torres, Eduardo. "Hidrología del Río Desaguadero. Capítulo II. Estudio Ambiental del sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero" (2015).
[25] IGN. "Mapa Físico – Político de la Provincia de Mendoza. República Argentina" (2016).
[26] Sosa, H. y Candia, Roberto. "Flora y fauna. Capítulo IV", Estudio Ambiental del sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero (2015).
[27] Ramsar. "Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero. Servicio de Información sobre Sitios Ramsar", (2007).

extensiva, agricultura de subsistencia y manufacturas artesanales[28]. La desecación progresiva de los humedales ha impulsado procesos de migración y pérdida de oportunidades, limitando el desarrollo local y la resiliencia comunitaria[29].

Figura 1. Localización y ubicación del sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero.



Fuente: Elaboración propia.

La evolución histórica de la región permitió que las comunidades huarpes territorializaran el oasis natural, integrándolo como parte central de su espacio de vida e identidad cultural. Sin embargo, la expansión de los oasis productivos posteriores a la colonización europea provocó la degradación y desecación progresiva de los humedales y ríos tributarios. Como consecuencia, se produjo un proceso de

[28] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. "Lagunas de Guanacache, Desaguadero y Del Bebedero (Mendoza, San Juan, San Luis y APN)", Gobierno de la República Argentina (2022).
[29] OCHA. "Sequía castiga a comunidades y agricultores de los Andes argentinos", (2021).

desterritorialización del antiguo oasis, acompañado por la pérdida de identidad y vínculos territoriales de las poblaciones locales.[30]

LA CONFIGURACIÓN HISTÓRICA DEL SISTEMA HIDROSOCIAL DE GUANACACHE

La reconstrucción histórica del sistema hidrosocial de Guanacache se abordó mediante una revisión documental orientada desde la perspectiva de la Historia Ambiental. Para ello, se analizaron los hechos relacionados con las transformaciones territoriales de esta región del oeste árido argentino y con la evolución de las relaciones sociedad–agua del otrora oasis natural.

La revisión se centró especialmente en estudios vinculados a la ocupación histórica del territorio por parte de las poblaciones huarpes, la expansión de los oasis irrigados, la construcción de infraestructura hidráulica y los procesos de apropiación y distribución del recurso hídrico ocurridos principalmente entre los siglos XIX y XXI.[31]

A partir de esta revisión, se identificaron las principales etapas históricas de transformación del sistema hidrosocial regional, permitiendo construir una interpretación de largo plazo sobre los procesos de reorganización territorial del agua, retracción de humedales y crisis socioecológica contemporánea. Esta contextualización histórica funcionó como marco interpretativo para el análisis posterior del balance hídrico regional, los caudales ambientales y los escenarios de cambio climático desarrollados en el resto del trabajo.

EL BALANCE HÍDRICO REGIONAL

El análisis del balance hídrico regional permite comprender cómo las transformaciones históricas vinculadas a la expansión agrícola, urbanización y reorganización territorial del agua modificaron el funcionamiento del sistema Guanacache–Desaguadero–Bebedero. Los déficits hídricos actuales reflejan un proceso de larga duración asociado a la intensificación del uso del recurso y a la

[30] Bastidas, Luis, Vich, Alberto, Henao, Ángela. “Hydrological alterations in semi-arid river systems: an exploratory approach to natural and anthropogenic drivers. (2025).
[31] Roig, F. Roig, M. y Roig, E. “Guanacache”. Universidad Nacional de Cuyo. (1999).

reducción progresiva de aportes hacia los humedales. En este marco, se evaluó si la oferta hídrica entre 1971 y 2018 fue suficiente para satisfacer las demandas agrícolas, residenciales y ambientales en los oasis de San Juan, Mendoza y Tunuyán, considerando también las pérdidas por evapotranspiración e infiltración. En la siguiente expresión, las diferencias entre la oferta (Q) y las demandas ($P_C + D_R$) establecen un balance en función del caudal ambiental:

$$Q_{amb} = Q - (D_A + D_R + D_I)$$

Donde, Q_{amb}: demanda ambiental; D_A: demanda agrícola bruta; D_R: demanda residencial bruta; D_I: demanda industrial. Las demandas industriales no están declaradas para la cuenca de los ríos Tunuyán y San Juan; para el caso del río Mendoza y de acuerdo con el DGI (2016), estas demandas representan usos no consuntivos. Las demandas brutas se refieren a la dotación inicial de agua al sector objetivo, sin considerar la eficiencia o pérdidas dentro de los sistemas involucrados.

En la expresión anterior y de acuerdo con objetivos ecológicos y humanos, los componentes de demandas ambientales, pérdidas en cauce y demandas residenciales son técnicamente inflexibles frente a modificaciones forzadas para disminuir la demanda del recurso. De esta forma, si la sumatoria de las demandas es mayor que la oferta, los volúmenes a reducir tendrían que partir de las demandas de riego e industrial. Esto comprometería a la matriz económica de la región sobre la ecológica o humana.

El balance mensual se realizó para cada río, tomando como oferta los caudales medios mensuales en las estaciones SJ1 (San Juan Km. 101), MEG (Mendoza – Guido) y TVU (Tunuyán – Valle de Uco) y en el período 1971 – 2018. Como demandas, se consideraron las demandas de riego y residenciales para las cuencas de los ríos San Juan[32], Mendoza y Tunuyán[33].

Para este estudio no se han considerado las demandas potenciales de tipo ambiental (caudales ambientales), debido a que no existen actualmente dentro de la matriz productiva y de planificación hídrica de la región.

[32] Gobierno de San Juan. “Estrategia Provincial para el Sector Agroalimentario 2017 – 2026”, (2017).
[33] DGI. “Balances Hídricos de las Cuencas de la Provincia de Mendoza. Gobierno de la Provincia de Mendoza”, (2016).

LA MEMORIA AMBIENTAL Y LOS ESFUERZOS POR FORTALECERLA

A través de un análisis descriptivo, se abordaron aspectos relacionados a los vínculos directos e indirectos entre la sociedad (dentro y fuera del sitio Ramsar), resaltando cómo la presencia y evolución de estos espacios naturales han moldeado la geografía humana de la región. La información utilizada tiene base en artículos científicos, publicaciones oficiales y documentales gráficos, sobre los cuales se realizaron descripciones y análisis a fin de establecer lazos entre la sociedad y el ambiente de la zona. Los aspectos fundamentales considerados se relacionan con las poblaciones originarias de los antiguos oasis (pueblo Huarpe), la economía de la zona, y la cultura e identidad asociada a los humedales.

Asimismo, el enfoque metodológico se inscribe en la Historia Ambiental, priorizando una reconstrucción de procesos de largo plazo que permiten comprender la transformación de los vínculos entre sociedad y agua desde los asentamientos huarpes hasta las prácticas agroindustriales modernas.[34]

Se incorporó el concepto de "memoria ambiental" como herramienta analítica, entendida como un proceso colectivo de transmisión cultural en torno al agua y los humedales, lo que permite captar no solo la dimensión material de las transformaciones, sino también su impacto simbólico e identitario.

Finalmente, se consideraron tanto dinámicas locales (población actual, actividades económicas de subsistencia y percepciones sobre el agua) como procesos regionales y globales (expansión vitivinícola, construcción de infraestructuras hídricas, políticas de gestión de humedales y el marco del Convenio Ramsar sobre humedales), con el fin de contextualizar la situación del sitio Ramsar en un entramado socioambiental más amplio.

[34] Worster, Donald. "Transformaciones de la Tierra". (2010).

La declaración de Brisbane y la Agenda de Acción Global (AAG) sobre caudales ambientales y los nexos con el cambio climático

En el marco de las transformaciones históricas del sistema hidrosocial regional, la discusión contemporánea sobre caudales ambientales adquiere relevancia como respuesta a los procesos de degradación ecológica asociados a la sobreexplotación hídrica y a la reducción sostenida de aportes hacia los humedales. Desde esta perspectiva, la Declaración de Brisbane permite interpretar los caudales ambientales no sólo como una herramienta técnica de gestión, sino también como un mecanismo orientado a recomponer parcialmente las funciones ecológicas e hidrosociales alteradas históricamente en sistemas áridos altamente intervenidos.

Asimismo, se realizó una vinculación cualitativa entre el estado actual y prospectivo del humedal de estudio respecto a la declaración de Brisbane[35] y las recomendaciones basadas en la Agenda de Acción Global (AAG) sobre Caudales Ambientales de 2018 (provistos en la misma declaración).

Para esta sección, se analizó el estado actual y prospectivo del humedal de estudio, así como los resultados de caudales ambientales hallados, respecto al último informe (VI) del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático[36].

Resultados

La configuración histórica del sistema hidrosocial de Guanacache

El sistema de Guanacache fue históricamente un importante complejo hidrosocial del oeste árido argentino, donde las comunidades huarpes desarrollaron formas de vida adaptadas a la dinámica de humedales y lagunas, estableciendo una estrecha relación entre agua, territorio e identidad cultural. Con la expansión colonial y el desarrollo agroindustrial de los siglos XIX y XX, la construcción de infraestructura hidráulica y el crecimiento de los oasis productivos concentraron progresivamente el

[35] Arthington, Angela, et al. "The Brisbane Declaration and Global Action Agenda on Environmental Flows" (2018).
[36] IPCC. "The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change" (2021).

agua en las áreas agrícolas de Mendoza y San Juan, reduciendo los aportes hacia Guanacache y reorganizando territorialmente el sistema hídrico regional.[37]

Como consecuencia, los humedales comenzaron a experimentar procesos de retracción hídrica, degradación ecológica y pérdida de funcionalidad ambiental, afectando tanto la biodiversidad como las dinámicas sociales históricamente asociadas al territorio. La disminución sostenida de los caudales favoreció procesos de desterritorialización y debilitamiento de las memorias ambientales vinculadas al agua, profundizando la desconexión entre los oasis productivos y las áreas húmedas bajas del sistema regional.

Desde una perspectiva histórico-ambiental, estas transformaciones[37] pueden interpretarse a partir de cinco grandes etapas:

La situación previa al siglo XVI

La primera etapa corresponde al período prehispánico, caracterizado por una relativa estabilidad ecológica y el funcionamiento activo de los humedales de Guanacache. Las poblaciones huarpes desarrollaron formas de ocupación adaptadas al ambiente lagunar, basadas en la pesca, caza, recolección y agricultura de baja intensidad. La abundancia hídrica y los caudales relativamente estables permitían mantener un equilibrio entre las dinámicas ambientales y las necesidades sociales, constituyendo el período de mayor equilibrio hidrosocial previo a las transformaciones derivadas de la apropiación intensiva del agua.

El comienzo de la desestructuración (1551–1700)

La segunda etapa comienza con la conquista española y la incorporación de Cuyo al sistema colonial, generando profundas transformaciones sociales y territoriales. El sistema de encomiendas provocó el desarraigo de las comunidades huarpes y debilitó las formas tradicionales de organización y uso del agua. Como consecuencia, las actividades vinculadas al humedal comenzaron a deteriorarse, iniciándose procesos de

[37] Roig, F. Roig, M. y Roig, E. “Guanacache” (1999).

degradación ambiental y desertificación. Desde una perspectiva histórico-ambiental, este período marca el inicio de la reorganización hidrosocial del territorio y de las futuras desigualdades en el acceso y control del recurso hídrico.

La competencia por los recursos (1700–1880)

Durante esta etapa se profundizaron las transformaciones ambientales y territoriales de Guanacache debido a la combinación de variaciones hidroclimáticas naturales y la expansión de actividades ganaderas y forestales. La incorporación de tecnologías para extraer agua subterránea amplió la ocupación humana y aumentó la presión sobre los recursos naturales. Al mismo tiempo, creció la competencia por el acceso al agua y se consolidó una economía de explotación extensiva del territorio, intensificando los procesos de degradación ambiental y desertificación. Esta etapa marca la transición hacia un sistema cada vez más condicionado por la apropiación diferencial de los recursos hídricos y las tensiones entre expansión económica y sustentabilidad ecológica.

La acentuación de la presión externa (1830–1910)

Entre mediados del siglo XIX y comienzos del XX, la consolidación de los oasis agrícolas de Mendoza y San Juan produjo una intensificación sin precedentes en el uso regional del agua[38]. La expansión de cultivos, el crecimiento urbano y el desarrollo de infraestructura hidráulica aumentaron progresivamente la captación de caudales aguas arriba, reduciendo los aportes hacia las lagunas y bañados de Guanacache.

En este contexto comenzó a acelerarse el proceso de retracción lagunar. Lo que anteriormente constituía un sistema continuo de humedales empezó a fragmentarse en reservorios aislados y sectores temporalmente inundables. La disminución de los caudales coincidió además con períodos climáticos secos, profundizando la pérdida de funcionalidad ecológica del sistema.

[38] França, A. y Cerdá, J. “Las Transformaciones de los Espacios Rurales Argentinos: Paisajes Imaginados y Cambios Socio Ambientales (1880-1930)” (2022)

Simultáneamente, se consolidó una lógica económica fuertemente extractiva basada en la expansión agroganadera y la explotación intensiva de los bosques de algarrobo. La llegada del ferrocarril facilitó la extracción masiva de recursos forestales destinados al abastecimiento energético y productivo de los oasis irrigados. Luego, el sobrepastoreo, la tala y el avance agrícola terminaron debilitando la capacidad de recuperación ambiental del ecosistema lagunar.

Con esta etapa, se constituye el momento central de reconfiguración territorial del sistema hidrosocial regional. La expansión de los oasis irrigados implicó una creciente concentración del agua en las áreas agrícolas de mayor rentabilidad económica, mientras que las áreas húmedas terminales comenzaron a experimentar déficits hídricos estructurales. En este sentido, el deterioro de Guanacache no puede interpretarse únicamente como resultado de variaciones climáticas naturales, sino también como consecuencia de decisiones territoriales, obras hidráulicas y modelos productivos que modificaron profundamente el balance hídrico regional.

La supervivencia (1910–actualidad)

La última etapa corresponde al período contemporáneo, caracterizado por la consolidación de la crisis socioecológica regional. A comienzos del siglo XX, la combinación entre ciclos prolongados de sequía, expansión definitiva del modelo agroindustrial y ampliación de las obras hidráulicas en los oasis cuyanos redujo drásticamente los aportes hídricos hacia las lagunas. Como resultado, los antiguos cuerpos de agua superficiales terminaron por secarse casi completamente hacia las décadas de 1930 y 1940.

La desaparición progresiva de los humedales produjo una fuerte degradación ambiental y una transformación profunda de las formas de vida locales. Las actividades tradicionales asociadas al agua, como la pesca y la agricultura de ribera, fueron reemplazadas por economías de subsistencia basadas principalmente en la ganadería caprina, la extracción forestal residual y el aprovechamiento limitado de recursos naturales.

Paralelamente, se profundizaron procesos de migración, despoblamiento y desterritorialización[39], debilitándose las memorias ambientales históricamente vinculadas al paisaje lagunar. Los antiguos pueblos perdieron dinamismo y volvió a predominar un patrón de asentamiento disperso, condicionado por la escasez hídrica estructural, con marcada fragmentación territorial.[40]

Esta etapa se vincula directamente con los problemas analizados en este trabajo, donde la disminución sostenida de caudales, el déficit hídrico regional y la pérdida de funcionalidad ecológica del sistema representan expresiones contemporáneas de un proceso histórico de larga duración, lo cual puede ser explicado por la configuración del balance hídrico regional y su relación con los objetivos de implementación de los caudales ambientales, los retos que involucra el cambio climático y las metas de remediación de estos espacios degradados.

EL BALANCE HÍDRICO REGIONAL

Aplicando lo indicado en la metodología, los volúmenes del balance anual medio (hm^3) para cada cuenca se presentan en la

Tabla 1 y en la Figura 2. Oferta y demanda hídrica media anual para las cuencas de estudio.

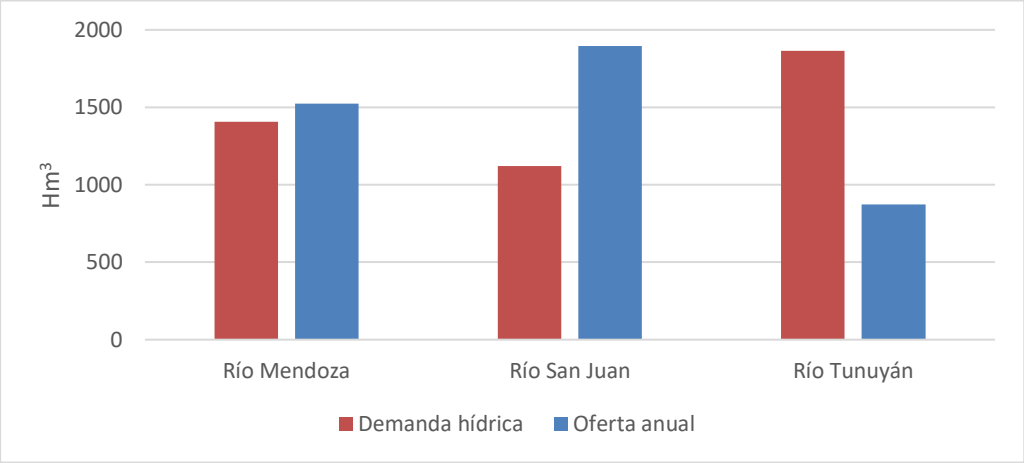
Tabla 1. Volúmenes anuales (hm^3) de demandas y oferta de agua para las cuencas de los ríos Mendoza, San Juan y Tunuyán. Las demandas agrícolas y residenciales fueron extraídas de los balances hídricos de las cuencas de San Juan, Mendoza y Tunuyán[41].

Variable (hm^3)	Río Mendoza	Río San Juan	Río Tunuyán
Demandas agrícolas	1160,0	1019,4	1833,8
Demandas Residenciales**	248,1	102,2	29,1
Total demanda hídrica	1408,1	1121,6	1862,9
Oferta anual	1524,0	1895,4	873,2

** Considerando las demandas de abastecimiento residencial de las cuencas de estudio, y de acuerdo con las poblaciones por cuenca disponibles para el 2010[42], las dotaciones residenciales calculadas para 2010 en litros por persona y por día (l/p/d) para las cuencas de los ríos Mendoza, San Juan y Tunuyán, son de 605, 872 y 122, respectivamente.

[39] França, A. y Cerdá, J. "Las Transformaciones de los Espacios Rurales Argentinos: Paisajes Imaginados y Cambios Socio Ambientales (1880-1930)". (2022).
[40] Tonolli, A. "Procesos socio-ambientales en la configuración territorial de Mendoza". (2022).
[41] Gobierno de San Juan. "Estrategia Provincial para el Sector Agroalimentario 2017 – 2026", (2017).
[42] DGI. "Balances Hídricos de las Cuencas de la Provincia de Mendoza. Gobierno de la Provincia de Mendoza", (2016).

Figura 2. Oferta y demanda hídrica media anual para las cuencas de estudio.

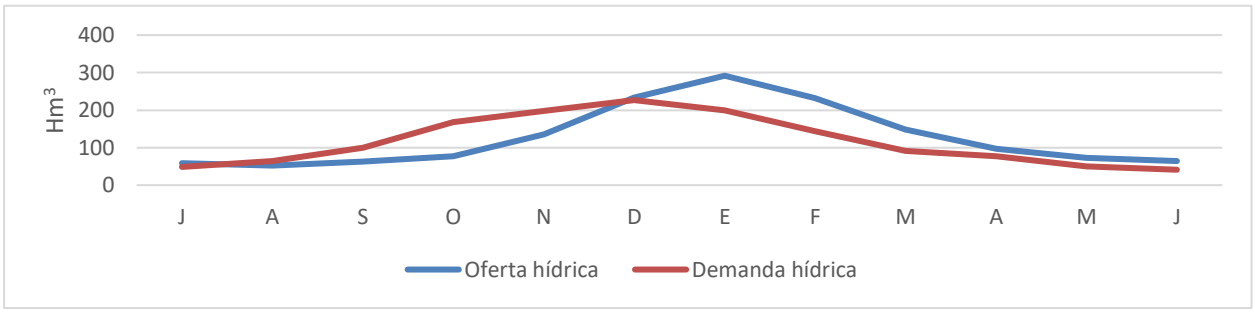


Fuente: Elaboración propia.

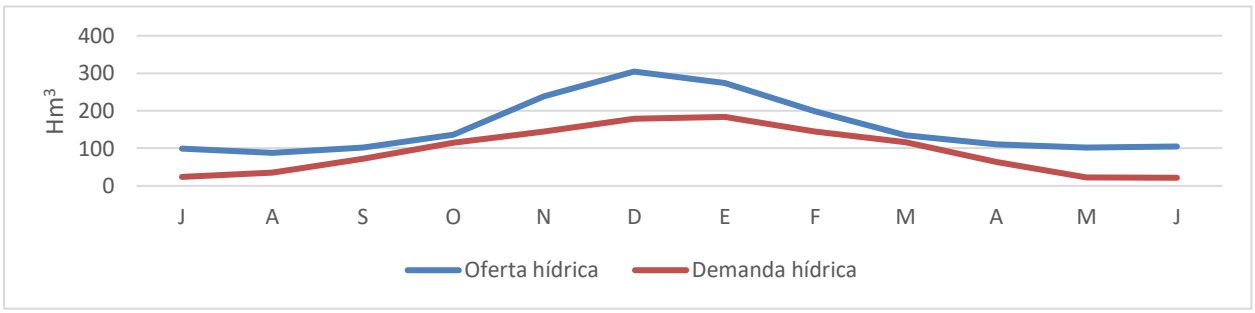
En las cuencas de los ríos considerados, las demandas volumétricas totales son ligeramente positivas en Mendoza (+7,6 %), positivas en mayor margen en San Juan (40,8 %) y negativas en Tunuyán (-113,3 %). Lo anterior justifica la construcción de represas en los tres ríos, a fin de poder regular el recurso hídrico para los usos requeridos. Cabe destacar que en el balance no se tomaron en cuenta las pérdidas de agua en cauce (infiltración y evaporación) y las demandas ambientales, lo que habría producido una brecha negativa mayor en general. Observando el balance mensual (Figura 3), se exponen las diferencias temporales en función de las estaciones climáticas anuales y los períodos de mayor o menor consumo de agua por parte de los oasis productivos.

Figura 3. Oferta y demanda hídrica media mensual para las cuencas de estudio: a) río Mendoza; b) río San Juan; c) río Tunuyán

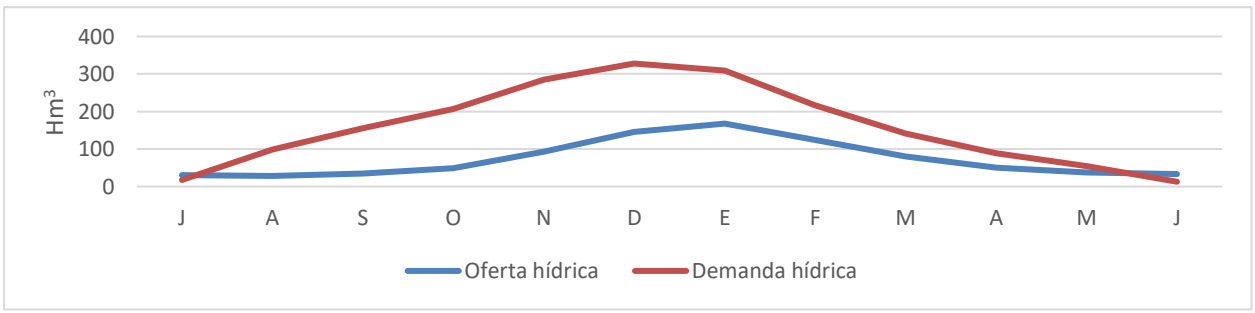
a)



b)



c)



Fuente: Elaboración propia.

El balance hídrico regional evidencia que la demanda de agua supera la oferta disponible durante gran parte del año, generando un déficit que afecta especialmente a los humedales y aumenta su vulnerabilidad al estrés hídrico. Aunque los sistemas de almacenamiento sostienen las actividades urbanas y productivas, también alteran los flujos naturales y contribuyen a la degradación de los ecosistemas aguas abajo. Frente a ello, se plantea la necesidad de adaptar las demandas hídricas a la disponibilidad real

del recurso mediante una gestión más eficiente y regulaciones orientadas a garantizar caudales ambientales. Asimismo, una mejor planificación podría mejorar las condiciones de vida de las poblaciones del sitio Ramsar y favorecer procesos de restauración ecológica y recolonización social de los espacios degradados[43,44]

LA MEMORIA AMBIENTAL Y LOS ESFUERZOS POR FORTALECERLA

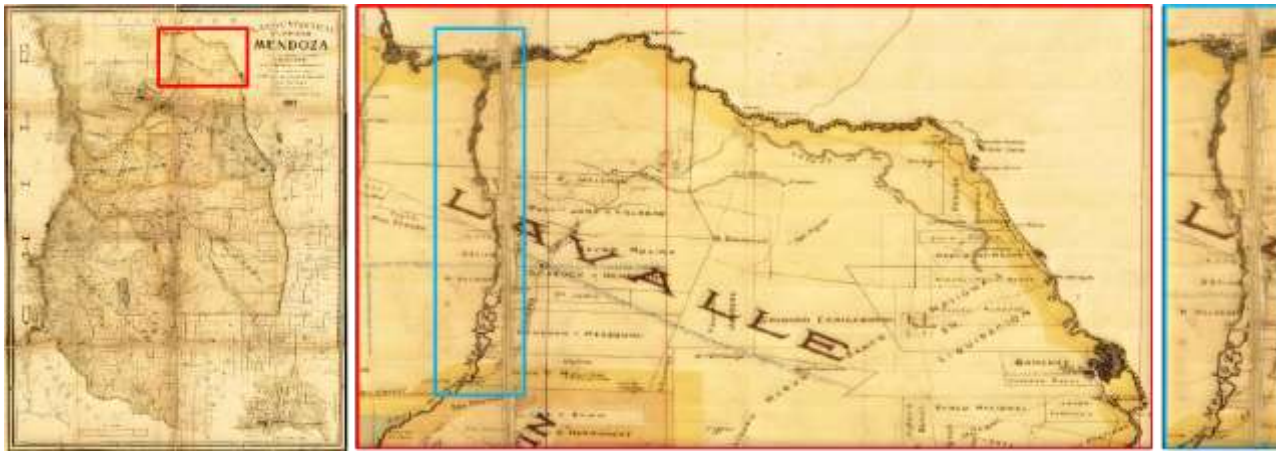
La ubicación del humedal de Guanacache dentro de Cuyo es estratégica. Representa una zona de bajos donde confluyen naturalmente tres de los más grandes ríos de la región: Mendoza, San Juan y Tunuyán. Sus aguas inundaron las depresiones topográficas, las cuales formaron un sistema lacustre que permitió crear un oasis natural en medio de la aridez circundante (Figura 4 y 5).

Los antiguos pobladores Huarpes, en búsqueda de estabilidad y alimento, encontraron refugio en estas vastas planicies, y con esto, la formación de un vínculo estrecho con su entorno. De esta forma, la apropiación del territorio permitió su arraigo y permanencia en el tiempo, así como de su cultura y formas de vida[45].

Con el paso del tiempo, el nexo con el agua fue paulatinamente mudado de protagonistas y de territorio hacia espacios aguas arriba. A partir de la colonia, nuevos pobladores se asentaron cerca de la cordillera, priorizando la ubicación hacia los pasos con Chile. Aun así, la importancia del agua continuó, y alrededor de los núcleos urbanos comenzaron a crecer oasis que dependían casi enteramente de la irrigación artificial[46].

[43] Arthington Angela, et al. “The Brisbane Declaration and Global Action Agenda on Environmental Flows” (2018).
[44] ViaPaís. “Lagunas de Guanacache: la espera de un pueblo originario que se hace eterna” (2020).
[45] Minervini, Mariana y López, María. “Lagunas del Desierto. El valor de la naturaleza oculto en la identidad de su gente” (2012).
[46] Torres, Eduardo y Pastor, Gabriela. “Territorios compartidos, actores, procesos y paisajes culturales a las orillas del Desaguadero” (2015).

Figura 4. Plano catastral de la provincia de Mendoza, Argentina (1912). Nótese la continuidad del río Mendoza, fluyendo de sur a norte hacia la zona de humedales..



Fuente: Elaboración propia a partir de Chapeaurouge (1912). Los rectángulos corresponden a elementos gráficos incorporados por el autor.

En décadas siguientes, el impacto de estas actividades intensivas deterioró la continuidad de los flujos de agua, y el otrora oasis natural aguas abajo se mudó por otros de tipo artificial aguas arriba. A fines del siglo XIX y comienzos del XX, la expansión vitivinícola en Mendoza y San Juan, junto con la construcción de represas y canales de riego, consolidó un modelo de desarrollo hídrico centrado en la producción agroexportadora, reduciendo progresivamente los aportes al humedal. Con esta migración, se produjo un debilitamiento progresivo de las memorias de los pueblos originarios y apareció una nueva relación con el agua en otro lugar[47]. (Figura 5).

[47] Sosa, Heber. "Restauración y conservación del Sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero" (2012).

Figura 5. Plano de la provincia de Mendoza (1947), confeccionado a partir de mapas del Instituto Geográfico Militar y complementado con información de la Dirección Provincial de Vialidad de Mendoza. Para esta época, ya la cartografía definía al río Mendoza como un curso de agua efímero, aunque aún el sistema de lagunas existía..



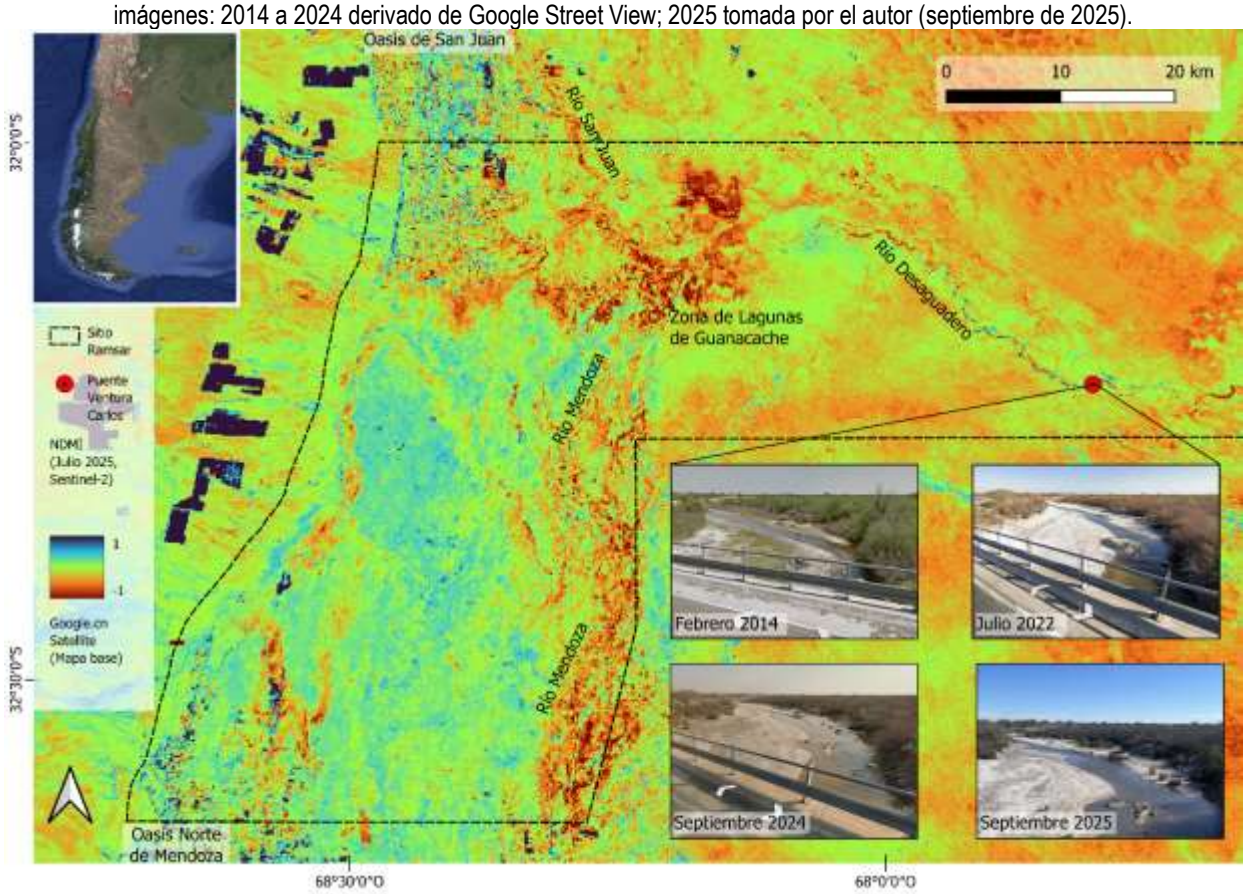
Fuente: Elaboración propia a partir del Plano de la provincia de Mendoza (1947), Dirección Provincial de Vialidad de Mendoza. Se incorporaron rectángulos para destacar sectores de interés.

Durante toda la evolución del proceso, el agua ha sido protagonista, la cual lleva consigo actualmente la memoria de sus antiguos habitantes y la vitalidad que presta a la matriz socioeconómica de la región. Sin embargo, la transformación no fue sólo ecológica: respondió a intereses políticos y económicos específicos, donde el Estado y las élites vitivinícolas reconfiguraron la territorialidad del agua en función de los oasis productivos (Figura 6)[48].

La Figura 6 muestra bajos niveles de humedad en sectores vinculados a los ríos Mendoza y San Juan y en las Lagunas de Guanacache, evidenciando la escasa disponibilidad hídrica del sistema. En el río Desaguadero, aguas abajo, solo se observan escorrentías remanentes debido a los aprovechamientos consuntivos aguas arriba, muy por debajo de los caudales naturales esperados. Esta situación ha favorecido la emigración de población joven, la fragmentación territorial y la reducción de las actividades económicas locales, actualmente limitadas principalmente a la ganadería caprina extensiva y la producción artesanal.[49]

[48] Manzur, Gregorio. “Guanacache: Las aguas de la sed”. (2007).
[49] Office for the Coordination of Humanitarian Affairs, OCHA. “Sequía castiga a comunidades y agricultores de los Andes argentinos”. (2021).

Figura 6. Índice normalizado y diferenciado de humedad (NDMI, derivado de Sentinel-2 para Julio de 2025). Fuente de imágenes: 2014 a 2024 derivado de Google Street View; 2025 tomada por el autor (septiembre de 2025).



Fuente: Elaboración propia.[50]

En el contexto actual, las estrategias locales se han orientado al aprovechamiento del agua de lluvia mediante pequeños diques y azudes destinados a recuperar sectores específicos del humedal y mejorar el abastecimiento para las comunidades cercanas. Estas acciones de "rehidratación" territorial se vinculan con las políticas internacionales de conservación y restauración de humedales impulsadas por el Convenio Ramsar.[51]

En los oasis cuyanos, el agua es percibida socialmente como un recurso vital para sostener la vida y la matriz socioeconómica regional. Sin embargo, esta valoración disminuye fuera de los oasis, en las zonas áridas donde los ríos ya no fluyen y persisten

[50] Dirección Provincial de Vialidad de Mendoza (1947). Plano de la provincia de Mendoza. Instituto Geográfico Nacional (IGN), Cartografía Histórica
[51] Wetlands International LAC. "Conservación y Restauración de las lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero en Argentina" (2014).

pocas comunidades vinculadas al agua. En estos territorios, la relación con el recurso se mantiene principalmente a través de la memoria ambiental, entendida como una construcción colectiva e identitaria basada en los relatos, recuerdos y huellas de antiguos paisajes hídricos hoy degradados[52,53].

La sensibilización y visibilización social aparecen como elementos clave para impulsar acciones de recuperación del humedal y generar presión sobre las autoridades responsables. La degradación de Guanacache no sólo implicó una transformación ecológica, sino también la pérdida de vínculos históricos entre sociedad y agua, produciendo procesos de desterritorialización hídrica y debilitamiento de la memoria ambiental. Así, la crisis hídrica actual involucra dimensiones ambientales, productivas y culturales asociadas a la invisibilización de los humedales dentro del modelo de desarrollo regional.[52]

La declaración de Brisbane y la Agenda de Acción Global (AAG) sobre caudales ambientales

La Declaración de Brisbane[54] define los caudales ambientales como los flujos de agua necesarios para sostener ecosistemas acuáticos y las actividades humanas vinculadas a ellos, incluyendo economías, culturas y bienestar social. Estos caudales son fundamentales para preservar los procesos ecológicos y sociales de ríos y humedales. En el sitio Ramsar estudiado, los caudales ambientales son insuficientes, constituyendo una de las principales causas de degradación del humedal y afectando las condiciones de vida locales. Su implementación representa un objetivo urgente, aunque complejo, debido a las elevadas demandas hídricas, la aridez regional y el contexto de crisis climática. Aunque la eficiencia en el uso agrícola del agua podría contribuir a aliviar la presión sobre el recurso, no garantiza la recuperación de los flujos ambientales, por lo que algunas comunidades y organizaciones han impulsado obras de restauración local para recuperar sectores específicos del humedal.[55]

[52] Roig, Valeria. “Huanacache, retratos en el desierto” (2007).
[53] Astelarra, Sofía. “La memoria del agua: el agua es río y el río es memoria” (2018).
[54] Arthington, Angela, et al. “The Brisbane Declaration and Global Action Agenda on Environmental Flows” (2018).
[55] Wetlands International LAC. “Conservación y Restauración de las lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero en Argentina”, (2014).

LA LUCHA POR LA SOSTENIBILIDAD DE LOS HUMEDALES

En el sitio Ramsar de estudio, la restauración de los humedales mediante el aseguramiento de caudales ambientales se alinea con múltiples Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), favoreciendo la mejora de las condiciones de vida, la seguridad alimentaria y la salud, así como el fortalecimiento de la educación, la innovación, la infraestructura sostenible y la reducción de desigualdades. Además, la recuperación de estos ecosistemas permitiría consolidar comunidades locales bajo modelos de vida sustentables y aportar al balance global de carbono, contribuyendo a la lucha contra el cambio climático y la pérdida de biodiversidad.

Asimismo, la Declaración de Brisbane (2018) establece recomendaciones prácticas para la implementación de caudales ambientales, agrupadas en tres ejes: liderazgo y gobernanza, mantenimiento, e investigación. Estas directrices resaltan que los caudales son esenciales para la protección y restauración de ecosistemas acuáticos, biodiversidad, servicios ecosistémicos y patrimonio natural y cultural, cuyo deterioro ha puesto en riesgo numerosos sistemas hídricos a nivel global (incluyendo el humedal de estudio). Su aplicación requiere marcos políticos, regulatorios, financieros y culturales sólidos, así como la integración de conocimientos locales y prácticas tradicionales, especialmente ante la creciente amenaza del cambio climático.

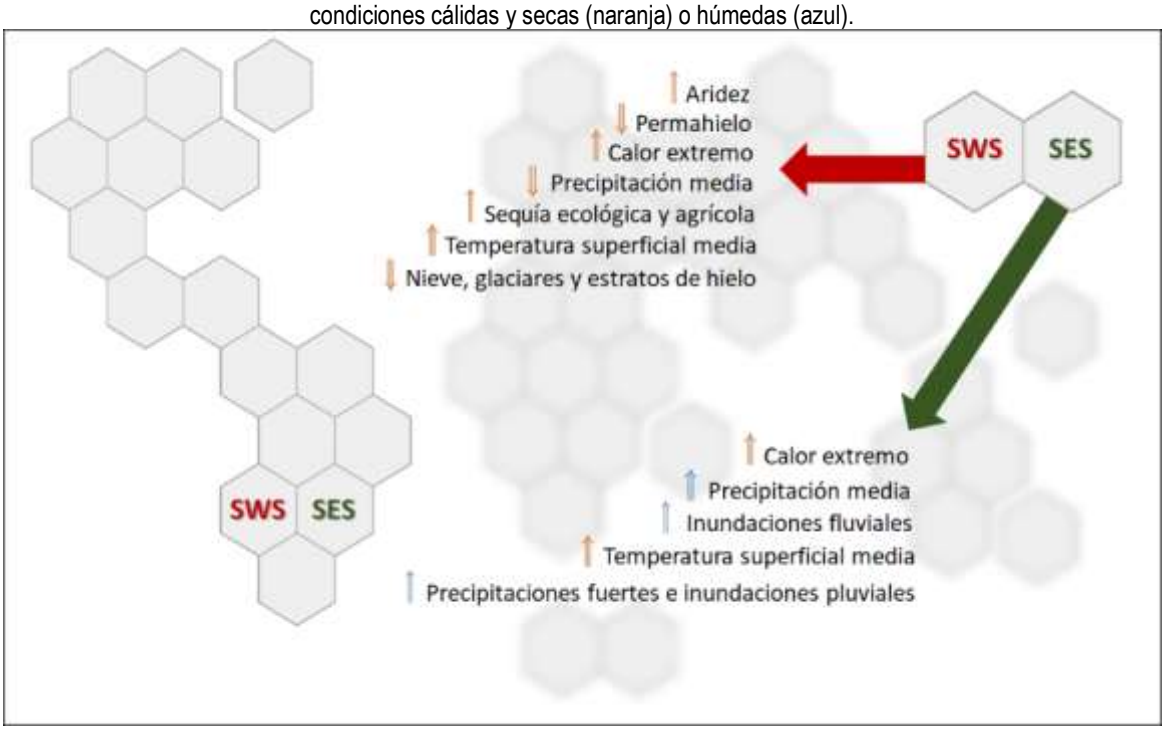
En el caso del sitio Ramsar, estas recomendaciones se alinean con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y evidencian que la restauración del régimen hídrico resulta clave para revertir la degradación socioambiental. Si bien algunas iniciativas comunitarias y gubernamentales pueden aportar soluciones parciales, la ausencia de caudales ambientales provenientes de los oasis mantiene el problema estructural, lo que refuerza la urgencia de fortalecer la investigación y la acción coordinada para garantizar resiliencia y sostenibilidad en la región.

LOS NEXOS CON EL CAMBIO CLIMÁTICO

Los efectos actuales del cambio climático intensifican procesos históricos de degradación hídrica y reorganización territorial del agua. El análisis de variables climáticas y anomalías térmicas muestra que las tendencias de aumento de

temperatura superan la variabilidad natural regional y se vinculan con escenarios de calentamiento antrópico señalados por el IPCC en su Sexto Informe. Estos escenarios proyectan mayores temperaturas, incremento de sequías agrícolas y ecológicas, y una creciente demanda evapotranspirativa, especialmente en regiones áridas y humedales vulnerables. Para el sitio Ramsar estudiado, esto implica una posible reducción en la disponibilidad de caudales ambientales y un agravamiento del desequilibrio hídrico. Aunque podrían registrarse eventos de precipitaciones extremas, estos seguirían siendo insuficientes frente a la dependencia regional de las escorrentías andinas que sostienen el oasis y los humedales (Figura 7).[56] [57]

Figura 7. Pronósticos de cambios para las regiones SWS y SES. La dirección de las flechas indica si el pronóstico es incremento o disminución; el número de barras de las flechas indica la confiabilidad (3: alta, 2: media); el color es representativo de condiciones cálidas y secas (naranja) o húmedas (azul).



Fuente: Modificado a partir de la Síntesis Regional del Atlas Interactivo IPCC WGI[58]

El cambio climático en la región andina del sudoeste sudamericano proyecta un aumento de temperaturas, disminución de nevadas y pérdida de glaciares y permafrost,

[56] Bastidas, Luis. "Caudal Ambiental en el sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero, Argentina" (2023).
[57] IPCC. "Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change" (2021).
[58] Iturbide, Maialen, et al. "Repository supporting the implementation of FAIR principles in the IPCC-WG1 Atlas. Zenodo" (2021).

lo que reducirá las escorrentías que alimentan los oasis y humedales. Esta disminución de caudales incrementará la presión sobre los caudales ambientales destinados al sitio Ramsar, mientras continúan creciendo las demandas agrícolas, industriales y domésticas. En los humedales áridos, altamente vulnerables, la combinación de menor disponibilidad hídrica y mayor evapotranspiración pone en riesgo tanto a los ecosistemas como a las poblaciones vinculadas. Frente a escenarios climáticos globales difíciles de revertir a escala local, el estudio plantea que la principal alternativa es fortalecer la gestión integrada de los recursos hídricos, adaptando el consumo humano a la disponibilidad real de agua en la región.

CONCLUSIÓN

Las transformaciones históricas analizadas permiten comprender que la actual crisis socioecológica del sistema de Guanacache es el resultado de un proceso de larga duración donde convergen factores ambientales, hidrológicos, productivos y territoriales. El deterioro de los humedales no responde únicamente a la aridez natural o a la variabilidad climática, sino también a una reorganización histórica del agua que modificó las relaciones entre sociedad, ambiente y territorio. La expansión de los oasis irrigados, el crecimiento agroindustrial y la construcción de infraestructura hidráulica concentraron progresivamente el recurso hídrico en las cuencas medias, reduciendo los aportes hacia las áreas húmedas terminales y alterando el funcionamiento ecológico regional.

El análisis del balance hídrico evidenció que el déficit actual refleja tanto las limitaciones naturales como decisiones históricas que privilegiaron usos económicos del agua por sobre las funciones ecológicas del sistema. La degradación de los humedales y la disminución de los caudales ambientales constituyen expresiones visibles de esta crisis hidrosocial.

Frente a este escenario, resulta necesario adaptar las demandas de agua a la disponibilidad real del recurso, promoviendo un uso más eficiente en actividades agrícolas, urbanas e industriales. Asimismo, la implementación de caudales ambientales

y políticas integradas de gestión hídrica aparece como un elemento clave para la recuperación de ecosistemas degradados y la mejora de las condiciones de vida locales.

Los escenarios de cambio climático profundizan estas problemáticas al proyectar mayores temperaturas, reducción de escorrentías andinas y aumento del estrés hídrico en regiones áridas. Por ello, la recuperación del equilibrio hidrosocial regional requiere no sólo medidas técnicas, sino también procesos de concienciación social, fortalecimiento de la memoria ambiental y nuevas formas de gobernanza territorial del agua que reconozcan el valor ecológico, histórico y cultural de los humedales del oeste argentino.

REFERENCIAS

Abraham, Rosa y Vitarelli, Marcelo "Las lagunas de Guanacache como espacio de recuperación. Un caso de estudio para la enseñanza del manejo integral de cuencas". (2014). Actas Congreso Internacional de Geografía. Págs. 19-31.

Albiol, Claudia. "Análisis de las precipitaciones de Mendoza entre 1970 y 2010: variabilidad, tendencia y comportamiento cíclico", En X Jornadas Nacionales de Geografía Física, Malargüe. Mendoza: (2014).

Albiol, Claudia. "Aplicación de criterios para la identificación de precipitaciones extremas en los oasis mendocinos, 1970–2010", Vientos del Norte 6, no. 2, (2018). https://editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/CD%20VIENTOS%202017/PDF/N6%20Vol%20II/Albiol.pdf

Arias, Paola, Nicolas Bellouin, y otros. "Technical Summary", En Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 33–144, (2021). https://doi.org/10.1017/9781009157896.002

Arthington, Angela, Amar Bhaduri, Stuart Bunn, y otros. "The Brisbane Declaration and Global Action Agenda on Environmental Flows", Frontiers in Environmental Science 6: 45, (2018). https://doi.org/10.3389/fenvs.2018.00045

Arthington, Angela. "Environmental Flow Concepts and Holistic Applications in River Basin Governance", Ecology, Economy and Society – the INSEE Journal 1, no. 2, 73–76, (2018). https://doi.org/10.37773/ees.v1i2.37

Astelarra, Sofía. "La memoria del agua: el agua es río y el río es memoria". Estudios del Hábitat. Vol. 16 (2). (2018). https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/103775

Bastidas, Luis, Alberto Vich, y Ángela Henao. "Hydrological alterations in semi-arid river systems: an exploratory approach to natural and anthropogenic drivers", Investigaciones Geográficas, Num. 116, (2025). https://doi.org/10.14350/rig.60952

Bastidas, Luis. "Caudal Ambiental en el sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero, Argentina", Tesis doctoral, Universidad Nacional del Sur, (2023). https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/6415

Bruniard, Enrique. "La diagonal árida argentina: un límite climático real", Revista Geográfica 95: 5-20, (1982).

Capitanelli, Ricardo. "Climatología de Mendoza", Boletín de Estudios Geográficos 54–57, vol. Chapeaurouge, C. (1912). Plano catastral de la Provincia de Mendoza. Dirección técnica del Ing. Roberto Guevara. Cartografía Histórica del Instituto Geográfico Nacional (IGN), Argentina. https://www.ign.gob.ar/cartografia-historica/XIV, (1967).

Chiavazza, Horacio y María del Rosario Prieto. "El río Desaguadero: corredor cultural en la historia de Cuyo". Capítulo 5, en: Restauración de un sistema ecológico compartido. Estudio ambiental del sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero. (2015): Editorial Dunken. ISBN: 978-987-02-7850-4.

Chiavazza, Horacio, y María del Rosario Prieto. "Estudios arqueológicos en el Río Desaguadero", Runa v29, (2008).

Consejo Nacional de Coordinación de Políticas Sociales, Presidencia de la Nación. "Qué son los ODS". Buenos Aires: Argentina.gob.ar, (2022). https://www.argentina.gob.ar/politicassociales/ods/institucional/queson

Consejo Nacional de Coordinación de Políticas Sociales, Presidencia de la Nación. "Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible". Buenos Aires: Argentina.gob.ar, (2022). https://www.argentina.gob.ar/politicassociales/ods/institucional/17objetivos

Departamento General de Irrigación, DGI. "Balances Hídricos de las Cuencas de la Provincia de Mendoza". Mendoza: Gobierno de la Provincia de Mendoza, (2016). https://www.mendoza.gov.ar/economia/wp-content/uploads/sites/44/2016/09/PINA-Balances-H%C3%ADdricos-de-las-Cuencas-de-la-Provincia-de-Mendoza.pdf

Dirección Provincial de Vialidad de Mendoza (1947). Plano de la provincia de Mendoza. Instituto Geográfico Nacional (IGN), Cartografía Histórica. https://www.ign.gob.ar/cartografia-historica/

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). "UN-Water Analytical Brief: Water-use Efficiency". Naciones Unidas, (2021). https://www.unwater.org/publications/un-water-analytical-brief-water-use-efficiency/

França, Ana. y Cerdá, Juan. "Las Transformaciones de los Espacios Rurales Argentinos: Paisajes Imaginados y Cambios Socio Ambientales (1880-1930)". HALAC – Historia Ambiental, Latinoamericana y Caribeña. (2022): v.12 n.2. https://doi.org/10.32991/2237-2717.2022v12i2.p20-54

Gálvez, Juan. "Cartilla técnica: balance hídrico superficial". Lima: Sociedad Geográfica de Lima – Fondo Peruano para el Agua, (2011). https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/balance_hidrico.pdf

Giménez, Gilberto. "Estudios sobre la cultura y las identidades sociales". Colección Intersecciones, no. 18. Ciudad de México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, (2007).

Gobierno de la Provincia de Mendoza. "Lagunas de Guanacache: valores hidrológicos, sociales y culturales". Mendoza: Aquabook, (2016). https://aquabook.agua.gob.ar/456_0

Gobierno de San Juan. "Estrategia Provincial para el Sector Agroalimentario 2017–2026". San Juan, (2017). https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2023/05/san_juan_2017_con_actualizacion_2022.pdf

Gutiérrez, José Manuel, Richard G. y otros. "Atlas", En Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, (2021). Interactive Atlas. http://interactive-atlas.ipcc.ch/

Instituto Geográfico Nacional (IGN). "Mapa Físico–Político de la Provincia de Mendoza. Buenos Aires", (2016). https://www.ign.gob.ar/gallery-app/provincias/medium/mendoza_linea.jpg

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). "Climate Change 2021: The Physical Science Basis". Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, (2021).

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). "Regional Fact Sheet – Central and South America", Sixth Assessment Report. Working Group I – The Physical Science Basis. Ginebra: IPCC, (2021). https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/factsheets/IPCC_AR6_WGI_Regional_Fact_Sheet_Central_and_South_America.pdf

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). "Summary for Policymakers", En Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, (2021). https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf

Iturbide, Marta, Javier Fernández, y otros. "Repository Supporting the Implementation of FAIR Principles in the IPCC-WG1 Atlas", Zenodo, (2021). https://doi.org/10.5281/zenodo.3691645. https://github.com/IPCC-WG1/Atlas

Lauro, Carolina. "Estudio del comportamiento del régimen fluvial de las cuencas del oeste argentino y su vinculación con el cambio climático", Tesis doctoral, Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, (2016).

Legislatura de Mendoza. "Balance Hídrico del Río Mendoza: Por Ley piden que se actualice el documento técnico", Mendoza, (2021). https://www.legislaturamendoza.gov.ar/balance-hidrico-del-rio-mendoza-por-ley-piden-que-se-actualice-el-documento-tecnico/

Llop, Armando, Graciela Fasciolo, Alicia Duek, Eduardo Comellas, y Mauricio Bucceri. "El balance hídrico en las cuencas de Mendoza: aportes para su medición", Resultados de las Investigaciones – Proyección 8 (2013): 48–67. https://bdigital.uncuyo.edu.ar/objetos_digitales/12801/04llop-proyeccion14.pdf

Manzur, Gregorio. "Guanacache, las aguas de la sed". Resonancias. Edición 157. ISSN 1961-974X (2007). https://www.resonancias.org/content/665/guanacache-las-aguas-de-la-sed-introduccion-por-gregorio-manzur

Minervini, Mariana y López, María. "Lagunas del desierto: el valor de la naturaleza en la identidad de su gente". Administración de Parques Nacionales de Córdoba (Argentina). Primera Edición, (2012). https://sib.gob.ar/archivos/Manual_Lagunas_del_Desierto.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. "Lagunas de Guanacache, Desaguadero y Del Bebedero (Mendoza, San Juan, San Luis y APN)", Gobierno de la República Argentina (2022): https://www.argentina.gob.ar/ambiente/agua/humedales/sitiosramsar/guanache-desaguadero-delbebedero

Moreiras, Stella, y Susana Devincenzi. "Geología del área del río Desaguadero", En Restauración de un sistema ecológico compartido. Estudio Ambiental del sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero, cap. 1. Buenos Aires: Editorial Dunken, Universidad de Congreso, (2015). https://www.ucongreso.edu.ar/wp-content/uploads/2015/08/Tapa-y-contratapa-libro-Guanacache.pdf

O'Donell, Erin, Avril Horne, Lee Godden, y Brian Head. "Cry Me a River: Building Trust and Maintaining Legitimacy in Environmental Flows", Australasian Journal of Water Resources, (2019). https://doi.org/10.1080/13241583.2019.1586058

Office for the Coordination of Humanitarian Affairs, OCHA. "Sequía castiga a comunidades y agricultores de los Andes argentinos". (2021). https://reliefweb.int/report/argentina/sequ-castiga-comunidades-y-agricultores-de-los-andes-argentinos

Organización de las Naciones Unidas (ONU). "Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible". Proyecto de resolución A/70/L.1. Nueva York: ONU, (2015). https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/transformar_nuestro_mundo_documento_oficial_de_la_agenda_2030_original.pdf

Prieto, María del Rosario y Chiavazza, Horacio. "Aportes de la historia ambiental y la arqueología para el análisis del patrón de asentamiento huarpe en el oasis norte de Mendoza". (2005): Anales de Arqueología y Etnología 59-60: 163-195. FFyL. UNC, Mendoza.

Prieto, María del Rosario y Rojas, Facundo. "Documentary evidence for changing climatic and anthropogenic influences on the Bermejo Wetland in Mendoza, Argentina, during the 16th–20th century". (2012): Clim. Past, 8, 951–961.

Prieto, María del Rosario, Rojas, Facundo y Castillo, Leonardo. "La climatología histórica en Latino américa. Desafíos y perspectivas". Bulletin de l'Institut français d'études andines. 47 (2). (2018): https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/94146

Pugliese, Franco, Marta Alonso, y Rodrigo Espínola. "Gestión integrada del agua de riego, 25 de Mayo, Valle de Tulum – Provincia de San Juan. San Juan", Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), (2014). https://www.scribd.com/document/422107458/Gestion-Integrada-Del-Agua-de-Riego-Valle-Del-Tulum-San-Juan-Argentina#

Ramsar. "Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero", Servicio de Información sobre Sitios Ramsar, (2007). https://rsis.ramsar.org/es/ris/1012

Ramsar. "Los humedales, un llamado a la acción", Infografía del Día Mundial de los Humedales, (2022). https://www.worldwetlandsday.org/es/material#

Ramsar. "Los humedales: la clave para hacer frente al cambio climático". Gland: Convención sobre los Humedales, (2019). https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/wwd19_handout_s.pdf

Ramsar. "Wetlands and Climate Change", Statement by Martha Rojas Urrego, Secretary General of the Ramsar Convention on Wetlands. Gland: Convención sobre los Humedales, (2019). https://www.ramsar.org/news/wetlands-and-climate-change

Roig, Fidel, Roig, Mario y Roig, Enrique. "Guanacache". Universidad Nacional de Cuyo. (1999): Editorial de la Universidad Nacional de Cuyo.

Roig, Valeria. "Huanacache, retratos en el desierto". Documental histórico basado en entrevistas. Fondo Provincial de la Cultura del Gobierno de Mendoza. (2007). https://www.youtube.com/watch?v=jxHyoapjGDM&ab_channel=ValeriaRoig

Sosa, Heber, y Roberto Candia. "Flora y fauna", En Estudio ambiental del sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero, cap. 4. Buenos Aires: Editorial Dunken, Universidad de Congreso, (2015).

Sosa, Heber, y Silvana Vallvé. "Procedimiento de inclusión de lagunas de Guanacache a la convención sobre los humedales (Ramsar, 71). Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar", (1999). http://www.geocities.ws/guanacaches/sitio_ramsar_guanacache.html

Sosa, Heber. "Propuesta de ampliación del Sitio Ramsar: nueva denominación Sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero", Mendoza, (2007).

Sosa, Heber. "Restauración y conservación del Sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero". Wetlands International (2012). https://aquabook.irrigacion.gov.ar/files/upload/contenidos/10_2/LagunasdeGuanacache.pdf

Suescún, Lizeth, y Jairo Alarcón. "Estudio hidrológico y balance hídrico para determinar la oferta y la demanda de agua de la cuenca de la quebrada Niscota para un acueducto interveredal en Nunchía, Casanare", Trabajo de grado, Universidad Nacional de Colombia, (2018). https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15989/1/Proyecto%20Final.pdf

Tharme, Rebecca, Sue Jackson, Michael Douglas, Emma Anderson, y Joseph Flotemersch. "Rivers, Flows and People – Connecting Ecosystems with Human Communities, Cultures and Livelihoods", 3rd International Conference: Integrative Sciences and Sustainable Development of Rivers, (2018). https://www.researchgate.net/publication/336406412_Rivers_Flows_and_People_-Connecting_Ecosystems_with_Human_Communities_Cultures_and_Livelihoods_Des_rivieres_et_des_hommes_relier_les_ecosystemes_et_les_communautes_humaines

The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). "Evaluación de los recursos hídricos: elaboración del balance hídrico integrado por cuencas hidrográficas". París: UNESCO, (2006). https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000228100.locale=en

Tonolli, Alejandro. "Procesos socio-ambientales en la configuración territorial de Mendoza". HALAC – Historia Ambiental, Latinoamericana y Caribeña. (2022): v.2. https://www.halacsolcha.org/index.php/halac/article/view/210

Torres, Eduardo y Pastor, Gabriela. "Territorios compartidos, actores, procesos y paisajes culturales a las orillas del Desaguadero". Restauración de un Sistema Ecológico Compartido. Capítulo 6. Estudio Ambiental del sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero. Universidad de Congreso. Editorial Dunken. Buenos Aires. (2015).

Torres, Eduardo. "Hidrología del Río Desaguadero", En Estudio ambiental del sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero, cap. 2. Buenos Aires: Editorial Dunken, Universidad de Congreso, (2015).

United Nations (UN). "UN-Water Annual Report 2020". Nueva York: Naciones Unidas, (2020). https://www.unwater.org/app/uploads/2021/11/Annual-Report-2020.pdf

United Nations Development Programme (UNDP). The Sustainable Development Goals (SDGs). Nueva York: UNDP, (2015).

Valdés, Yaset, y Victor Ga Villrcía. "A 10 años de la declaración de Brisbane: mirada a los caudales ecológicos y ambientales", Ingeniería Hidráulica y Ambiental 39, no. 2 (2018): 16–30. https://riha.cujae.edu.cu/index.php/riha/article/view/441

Velásquez-Restrepo, Manuela, y Germán Poveda. "Estimación del balance hídrico de la región Pacífica Colombiana", DYNA 86, no. 208, 297–306, (2019). https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/73587/70363

ViaPaís. "Lagunas de Guanacache: la espera de un pueblo originario que se hace eterna". Noticias de San Juan (2020). https://viapais.com.ar/san-juan/2040224-lagunas-de-guanacache-la-espera-de-un-pueblo-originario-que-se-hace-eterna/

Vitali, Galileo. "Hidrología Mendocina: Contribuciones a su Conocimiento". (1940): D´Accurzio Impresor.

Wetlands International LAC. "Conservación y restauración de las lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero en Argentina", Wetlands International (2014). https://lac.wetlands.org/noticia/conservacion-restauracion-los-lagunas-guanacache-desaguadero-del-bebedero-argentina/

Wineland, Sean, Hakan, Basagaoglu, y otros. "The Environmental Flows Implementation Challenge: Insights and Recommendations Across Water-Limited Systems", WIREs Water 9, e1565. (2022). https://doi.org/10.1002/wat2.1565

Worster, Donald. "Las Transformaciones de la Tierra. Selección, traducción y presentación de Guillermo Castro H. Coscoroba Ediciones. Biblioteca Latinoamericana de Ecología Política (2008). http://ambiental.net/wp-content/uploads/2015/12/WorsterTransformacionesTierra.pdf

Xi, Yun, Shushi Peng, Philippe Ciais, y Yonglong Chen. "Future Impacts of Climate Change on Inland Ramsar Wetlands", Nature Climate Change 11, 45–51. (2021). https://doi.org/10.1038/s41558-020-00942-2.

Oasis Under Tension: Historical Transformation and Environmental Change in a Protected Wetland of Western Argentina since the 20th Century

ABSTRACT

This research analyzes how historical transformations in the society–water relationship contributed to the environmental degradation of the wetland system of the Ramsar site Guanacache, Desaguadero, and Bebedero Lagoons, located in the arid center-west of Argentina, with particular emphasis from the 20th century to the present. Based on the study of the regional water balance, environmental flows, and climate change scenarios, the research examines how the expansion of irrigated oases and the territorial reorganization of water resources progressively altered the hydrosocial equilibrium of the system. Likewise, the historical context and the territorial organization linked to the balance that sustained the lacustrine system were analyzed, together with the dynamics of water use, considering both natural inputs and extractions derived from human activities. The results show that water overexploitation, combined with climate variability, compromises the sustainability of the system and generates increasing imbalances in the regional water balance, projecting scenarios of greater water stress. Additionally, the study incorporated the perspective of the Brisbane Declaration on Environmental Flows (2018) and the warnings presented in the IPCC Sixth Assessment Report (2021), both of which emphasize the need to preserve these flows in order to maintain the ecological functionality and ecosystem services of wetlands. The combined analysis reveals that the oasis, historically shaped by the interaction between society and water, is currently facing a critical situation in which agricultural, urban, and industrial demand exceeds natural supply, while projected reductions in water availability increase the system's vulnerability. The study highlights the importance of recognizing wetlands as spaces of environmental memory and as laboratories for understanding long-term transformations in the society–water relationship, while underscoring the urgency of implementing integrated water management and climate adaptation policies.

Keywords: historical transformation; environmental flows; water balance; environmental memory; wetlands.

Recibido: 14/10/2025
Aprobado: 12/05/2026