



RIDAA
Repositorio Institucional
Digital de Acceso Abierto de la
Universidad Nacional de Quilmes



Universidad
Nacional
de Quilmes

Páez, Romina Antonela

Análisis diacrónico de la disponibilidad y manejo del recurso hídrico en la cuenca del río San Juan, provincia de San Juan, Argentina (1909-actualidad)



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.
Atribución - No Comercial - Sin Obra Derivada 2.5
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/>

Documento descargado de RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes de la Universidad Nacional de Quilmes

Cita recomendada:

Páez, R. A. (2024). *Análisis diacrónico de la disponibilidad y manejo del recurso hídrico en la cuenca del río San Juan, provincia de San Juan, Argentina (1909-actualidad)*. (Trabajo final integrador). Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/4683>

Puede encontrar éste y otros documentos en: <https://ridaa.unq.edu.ar>

Análisis diacrónico de la disponibilidad y manejo del recurso hídrico en la cuenca del río San Juan, provincia de San Juan, Argentina (1909-actualidad)

TRABAJO FINAL INTEGRADOR

Romina Antonela Páez

ropaez56@gmail.com

Resumen

El presente Trabajo Final Integrador se realiza en el marco de la carrera de posgrado “Especialización en Ambiente y Desarrollo Sustentable”, que se dicta en la Universidad Nacional de Quilmes. Es un estudio de caso de la cuenca del río San Juan, en la provincia homónima, Argentina.

El objetivo del mismo consiste en evaluar, a través del tiempo, la disponibilidad y el manejo del principal recurso hídrico de la provincia de San Juan, el río San Juan, de régimen nivoglacial y de escurrimiento irregular, con énfasis en su curso inferior, en los valles de Ullum-Zonda y del Tulum, en donde se concentra más del 90% de la población y la actividad económica; en el período comprendido entre 1909, año en que se efectúa la primera medición del caudal del río por parte del Departamento de Hidráulica de la provincia, hasta la actualidad.

Para tal fin, se procedió a la utilización de una estrategia metodológica cualitativa y cuantitativa, usándose la técnica de análisis de fuentes documentales y estadísticas, por lo que se recurrieron a fuentes primarias y secundarias, tales como artículos especializados, tesis de posgrado y artículos periodísticos. Se consultó sitios web oficiales y el cuerpo legal del Código de Aguas de la provincia de San Juan, y se recopilaron y analizaron datos de los escurrimientos del río San Juan. Para el procesamiento del material cartográfico y de imágenes satelitales y presentación de la información se usaron software específicos, como Google Earth, Qgis y OpenOffice.

Palabras clave: caudales aforados; normativas; usos conjuntos.



Especialización en Ambiente y Desarrollo Sustentable

Trabajo Final Integrador (TFI)

Análisis diacrónico de la disponibilidad y manejo del recurso hídrico en la cuenca del río San Juan, provincia de San Juan, Argentina (1909-actualidad)

Alumna:

Prof. Romina Antonela PÁEZ

Directora:

Esp. María Cleotilde GONZÁLEZ MARTÍN

Co-Director:

Mg. Nicolás Rodolfo JOVIC

Modalidad de TFI:

Estudio de caso

San Juan, octubre de 2023

Contenido

Introducción	4
Capítulo I. Planteo del Problema.....	5
I.1 Planteamiento del Problema	5
I.2 Objetivos.....	5
I.3 Localización del Área de Estudio... ..	6
Capítulo II. Marco Referencial.....	8
II.1 Marco Teórico... ..	8
Capítulo III. Metodología.....	15
Capítulo IV. Resultados.....	16
IV.1 Análisis de la disponibilidad del recurso hídrico en la cuenca del río San Juan y su relación con el fenómeno ENSO	16
IV.2 Individualización del tipo de recurso hídrico de mayor uso a nivel de los valles	21
IV. 3 Reseña de la aparición de las obras de sistematización y su incidencia en la organización espacial actual	25
IV. 4 Usos del recurso hídrico, según el Código de Aguas de la provincia de San Juan.....	29
IV.5 Especificación del manejo del recurso hídrico a través del tiempo... ..	31
Conclusiones	48
Bibliografía	56

Introducción

El agua es un elemento de la naturaleza, integrante de todos los ecosistemas, vital para el sostenimiento y la reproducción de la vida en el planeta Tierra, ya que forma parte indispensable del desarrollo de los procesos biológicos que la hacen posible, de modo que el recurso hídrico resulta crucial para la supervivencia humana, y para el resto de los seres vivos.

No obstante, la distribución del agua es desigual tanto en el tiempo como en el espacio, agravado en el último decenio por la sequía meteorológica que afecta a la zona. Además de ser este recurso en ocasiones desperdiciado, contaminado y manejado de manera insostenible, lo que lleva a su escasez hidrológica, a lo que se le agrega la presión por una demanda en aumento, por el crecimiento demográfico y el desarrollo socioeconómico de la población.

La provincia de San Juan se ubica al centro-oeste de Argentina. Su clima es desértico, con amplias variaciones térmicas y precipitaciones muy escasas, con un promedio anual de 90 mm. Se caracteriza por tener el 80% de sus 89.651 km² (IGM, 1979) de superficie ocupados por formaciones montañosas, en el que sólo el 2,36% conforman los oasis irrigados, cuyo principal recurso hídrico es el río San Juan con un módulo de 61,42 m³/s, de régimen nivoglacial, con escurrimientos irregulares y alternancia de épocas de crecidas estivales y estiajes invernales, que irriga en su curso inferior a los valles de Ullum-Zonda y del Tulum, en donde se concentra más del 90% de la población y la actividad agropecuaria provincial.

Por lo tanto, la variabilidad del régimen hídrico del río San Juan implica un manejo adecuado del mismo, para garantizar la disponibilidad de agua para los diversos usos, de modo que el objetivo general del presente trabajo consiste en evaluar la disponibilidad y el manejo aplicado al recurso hídrico de dicha cuenca, con énfasis en su curso inferior, en los valles de Ullum-Zonda y del Tulum, desde 1909, año en que se efectúa la primera medición del caudal del río por parte del Departamento de Hidráulica de la provincia homónima, hasta la actualidad.

El trabajo se estructura en cuatro capítulos. El primero comprende el planteamiento del problema, el objetivo general y los específicos de la investigación y la ubicación geográfica del área de estudio; en el segundo se aborda el marco teórico que lo sustenta; en el tercero se explicita la metodología aplicada, y en el cuarto se realiza el análisis de los resultados, para después presentarse las conclusiones y la bibliografía consultada.

Se considera que éste trabajo contribuirá a exponer las variaciones de los escurrimientos a través del tiempo del río San Juan, el manejo que fue llevado a cabo para un mejor aprovechamiento y planificación de riego; prevenir conflictos entre los usuarios que compiten por el recurso; mitigar los efectos de las sequías, y realizar previsiones más fiables, entre otros estudios hídricos y del ambiente.

Capítulo I. Planteo del Problema

I.1 Planteamiento del Problema

La cuenca del río San Juan de régimen nivoglacial depende en un gran porcentaje de las precipitaciones nivas en alta cordillera durante los meses de invierno; que luego, a partir de su fusión durante la época de mayores temperaturas, en primavera y verano, se traduce en el derrame anual de agua en la cuenca. Esto genera un escurrimiento irregular al año, con alternancia de épocas de estiajes y crecidas. Sin embargo, la cantidad de nieve precipitada no se mantiene uniforme todos los años, lo cual se traduce en ciclos hidrológicos diversos, reconociéndose los ricos, medios y pobres, de acuerdo a sus derrames anuales.

De acuerdo al INTA, en los últimos cinco años se habría perdido el 20% del área ocupada por el hielo de los glaciares y el 50% de los manchones de nieve que alimentan la cuenca del río San Juan, como consecuencia de la disminución de las precipitaciones nivales y el aumento de la temperatura media que se registra en la región de Cuyo.

En la actualidad, la provincia de San Juan se encuentra en la peor crisis hídrica desde que se tienen aforos, en donde el río San Juan tocó su mínimo histórico (450 hm^3 para el año hidrológico 2021-2022), lo que derivó a una situación límite para el mantenimiento de los diques y para el sector agrícola, el principal consumidor de agua, debido a que se aplicaron diferentes medidas para poder garantizar su disponibilidad para la población.

I.2 Objetivos

Objetivo general:

- Evaluar, a través del tiempo, la disponibilidad y el manejo del recurso hídrico en la cuenca del río San Juan, con énfasis en su curso inferior, en los valles de Ullum-Zonda y del Tulum, para el período 1909 a la actualidad.

Objetivos específicos:

- Analizar la disponibilidad del recurso hídrico en la cuenca del río San Juan y su relación con el fenómeno ENSO.
- Individualizar el tipo de recurso hídrico de mayor uso a nivel de los valles.
- Reseñar la aparición de las diversas obras de sistematización, a través del tiempo, que permitieron la organización espacial actual.
- Identificar los usos del recurso hídrico, según el Código de Aguas de la provincia de San Juan.
- Especificar el tipo de manejo del recurso hídrico a través del tiempo.

I.3 Localización del Área de Estudio

La cuenca del río San Juan se localiza en el sector centro-sudoccidental de la provincia de San Juan (Argentina). La misma escurre de oeste a este y nace en Las Juntas, de la confluencia de los ríos Castaño por el norte y de Los Patos por el sur. Dicha cuenca comprende ambientes de la Cordillera de los Andes al oeste en coincidencia con su curso superior; luego el de Precordillera en su curso medio, y los valles de origen tectónico en su curso inferior. (Figura 1)

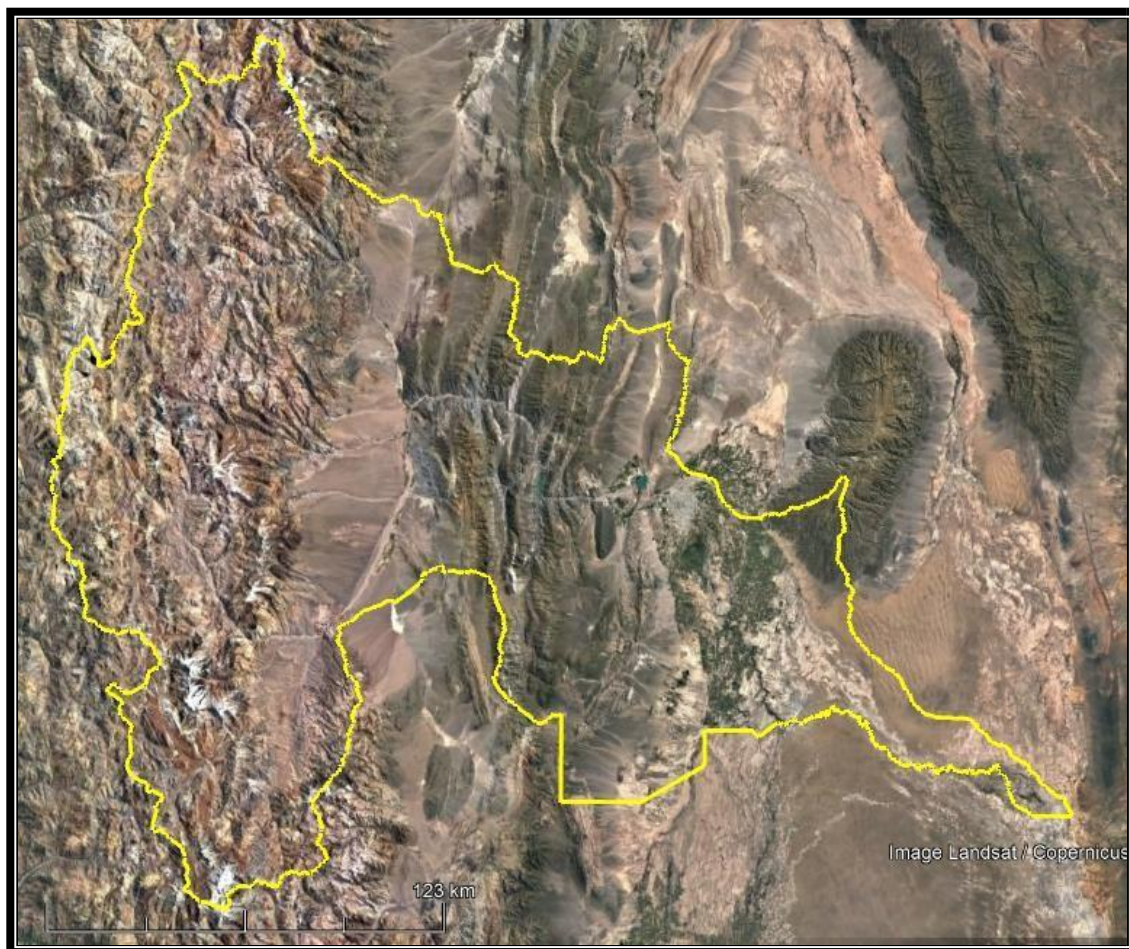


Figura 1. Cuenca del río San Juan
Fuente: Programa Cuencas Hidrográficas (2017)

El nivel de base de esta cuenca se presenta en el límite entre las provincias de San Juan, Mendoza y San Luis, donde se inicia el río Desaguadero. Cabe destacar que no se ha tenido en cuenta para su análisis los caudales del río Mendoza, por cuanto no conduce aguas al río San Juan, después del llenado del dique Potrerillos.

En la Figura 2 se observan los oasis de Ullum-Zonda y del Tulum, irrigados por el río San Juan. El primero separado por el cauce del río antes mencionado y de escaso desarrollo superficial, Ullum en margen izquierda y Zonda en margen derecha; mientras que el segundo posee mayor espacialidad y, por ende, cuenta con la mayor superficie irrigada y contiene al área urbanizada del Gran San Juan.

En el valle del Tulum su cauce principal se sitúa al norte del área urbanizada, la cual se afianzó después de

concretarse la obra del Canal del Norte, que contenía la Defensa Sur que por margen derecha cortó el escurrimiento superficial de la Cañada Brava y permitió la urbanización de Chimbas. Urbanizando desde la década de 1950 el antiguo cauce hasta la actualidad, con diversos planes habitacionales nacionales y provinciales que se desarrollaron en el espacio que dejó de tener las tradicionales crecidas estivales.

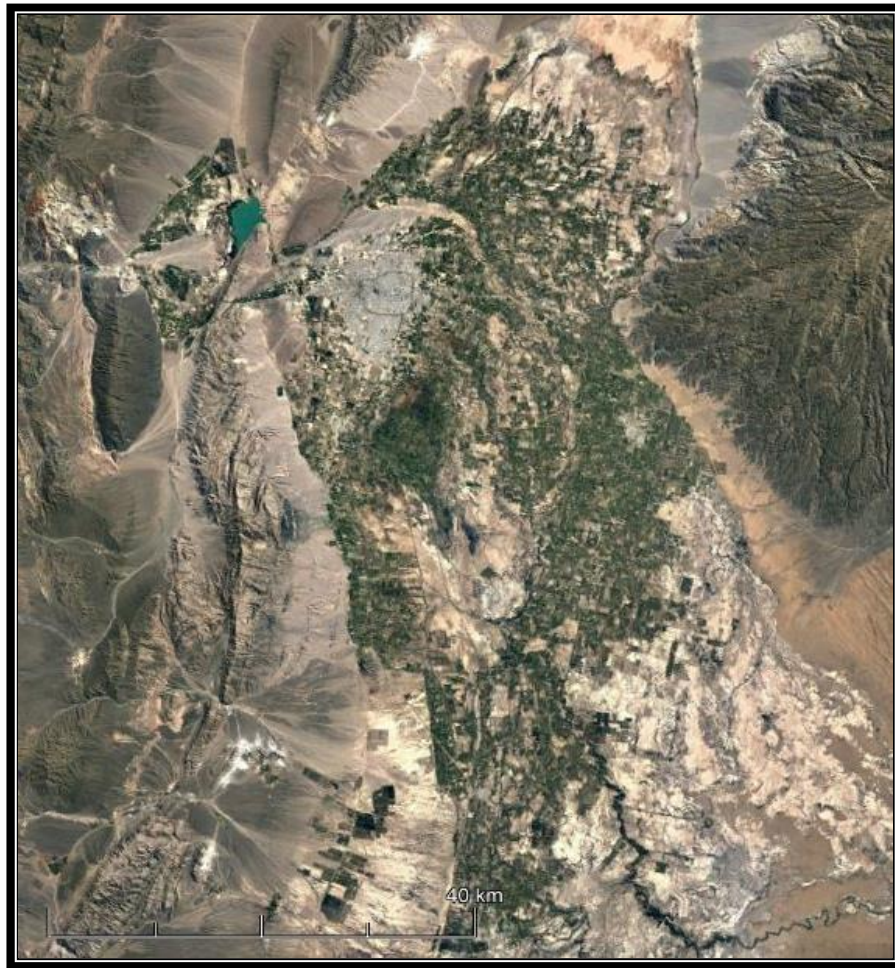


Figura 2. Valles de Ullum-Zonda y del Tulum
Fuente: Google Earth

En la imagen satelital también se advierte el desarrollo del oasis de regadío en función de los canales principales que se ubican por los niveles más elevados de los piedemontes, y en el SO, se presentan áreas de cultivos surgidas en la década de 1990, a través de diferimientos impositivos y que hacen uso del agua subterránea en su gran mayoría con sistemas de riego presurizado por goteo.

Capítulo II. Marco referencial

II.1 Marco Teórico

El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente, afirma uno de los Principios de Dublín (Solanes y González, s.f.). El ser humano depende del agua para subsistir, pero también, para su bienestar, es decir, para posibilitar el desarrollo de una vida digna y como condición previa para la realización de otros derechos humanos, tales como, el derecho a la vida, a un nivel de vida adecuado, a la vivienda y a la alimentación (Defelippe y Martínez, 2013), por lo que el manejo adecuado del recurso hídrico resulta de suma relevancia para garantizar su uso más eficaz y, de esta forma, su disponibilidad para la presente generación y para las futuras (PNUD Paraguay, 2006).

La apropiación y consumo del agua se ha regulado desde los inicios de la civilización misma. Sin embargo, no fue hasta que se empezó a entender la naturaleza del agua en el contexto del ecosistema, que se detectó la necesidad de ver su manejo de manera integrada con el resto de los recursos naturales. Es por ello que la utilización de cuencas hidrográficas, como unidades de manejo integrado de recursos naturales, es un fenómeno reciente (Maass, 2003).

El manejo de los recursos naturales en el marco de la dinámica de una cuenca hidrográfica es más conocido como gestión de cuencas, que posibilita la coordinación de los actores ligados a un recurso común –el agua– y la evaluación de los efectos que tienen sobre éste recurso las medidas de gestión ambiental (González Martín, 2017).

El manejo integrado de los recursos hídricos se basa en la noción de que el agua forma parte integrante de un ecosistema y constituye un recurso natural y un bien social y económico, cuya calidad y cantidad, determinan la naturaleza de su utilización (Programa 21, Naciones Unidas, 1992 en González Martín, 2017). Es un proceso que promueve el desarrollo y manejo coordinado de los recursos hídricos, la tierra y los recursos naturales relacionados en una cuenca, con el fin de maximizar el bienestar social y económico de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales, de modo que busca orientar el desarrollo de políticas públicas en materia de recurso hídrico, a través de una combinación de desarrollo económico, social y de protección de los ecosistemas, a partir de una perspectiva de cuenca hidrográfica (Dourojeanni, Jouravlev y Chávez, 2002)

Una definición de la FAO (1966) dice que la **cuenca hídrica**

“...es el espacio ambiental delimitado topográficamente por la línea divisoria de las aguas, que recoge los escurrimientos en una red de drenaje natural tributaria a una desembocadura única e identificable. Las cuencas constituyen sistemas naturales independientes donde interactúan los diversos componentes de la misma: los subsistemas bio-físico, económico-social y legal-institucional” (González Martín, 2017, p. 12).

De ésta manera, la cuenca es una unidad de recursos naturales cuyo aprovechamiento deberá realizarse atendiendo al carácter sistémico de la misma (De Jong, 1992 en González Martín, 2017). Es así que supone concebir el objeto de estudio como un **sistema complejo**.

“Un sistema complejo es un sistema en el cual los procesos que determinan su funcionamiento son el resultado de la confluencia de múltiples factores que interactúan, de tal manera que, el sistema no es descomponible, sino semi-descomponible. Por lo tanto, ningún sistema complejo puede ser descrito por la simple adición de estudios independientes sobre cada uno de sus componentes” (García, 2006, p. 39).

En cuanto al **manejo de ecosistemas**, Christensen *et al.* (1996) lo definieron como:

“El manejo guiado por metas explícitas, ejecutado mediante políticas, protocolos y prácticas específicas y adaptable mediante un monitoreo e investigación científica basada en el entendimiento de las interacciones y procesos ecológicos necesarios, para mantener la composición, estructura y funcionamiento del ecosistema” (Maass, 2003, p.130).

En el **manejo de los recursos naturales** no hay esquemas pre-determinados que se puedan aplicar a todas las situaciones, sin embargo, existen principios que pueden servir como guía para seleccionar las herramientas más adecuadas para cada situación, como por ejemplo: a) los procesos ecológicos deben ser mantenidos, b) las metas y objetivos de manejo deben provenir de una comprensión profunda de las propiedades del sistema, c) las amenazas externas deben ser minimizadas y los beneficios externos maximizados, d) los procesos evolutivos deben ser conservados y e) el manejo debe ser adaptativo, para adecuarlo a las nuevas condiciones emergentes (Trelles, 2021).

La región de Cuyo, su totalidad, se integra en la Diagonal Árida Sudamericana, franja del territorio sudamericano de escasas precipitaciones que atraviesa el continente desde el norte del Perú hasta las costas patagónicas (Vich, Lauro, Bizzotto, Vaccarino y Manduca, s.f.) y en donde los ríos, son esencialmente de régimen nival de alta montaña e irregulares (Poblete y Hryciw, 2017), fuertemente dependientes de la cantidad de nieve que cae durante el invierno. La fusión de la nieve acumulada produce las escorrentías con los mayores volúmenes en los meses de primavera-verano, lo que implica la necesidad de un adecuado manejo del recurso hídrico. Las variaciones en las precipitaciones de nieve están relacionadas a fenómenos de circulación atmosférica y en particular al forzante conocido como *El Niño - Oscilación del Sur (ENSO)* (Boninsegna y Llop, 2015) lo que muestra su fuerte dependencia de las fluctuaciones a escala global (Vich, Lauro, Bizzotto, Vaccarino y Manduca, s.f.).

El fenómeno *ENSO* es una perturbación interanual del sistema climático caracterizado por un debilitamiento aperiódico de los vientos alisios y el calentamiento de las capas superficiales en el océano Pacífico Ecuatorial, el cual se manifiesta principalmente en regiones costeras del océano Pacífico tropical, con una duración de varios meses, una recurrencia irregular y efectos que varían según su intensidad. Esta interacción océano-atmósfera repercute en los sistemas hidrológicos en diferentes escalas temporales, por lo que puede influir en el comportamiento de diversas variables meteorológicas e hidrográficas, como caudal, precipitación y temperatura del aire (Groch, Cogliati y Finessi, 2020). En relación a ello, la Estrategia Internacional de Reducción de Desastres (EIRD) (2004) hace referencia a que el cambio climático pareciera estar afectando la frecuencia e intensidad de las amenazas hidrometeorológicas, dado a que no sólo afecta en la temperatura sino en las otras variables climáticas como la precipitación, los vientos y la humedad y afirma que se encuentra

directamente relacionadas con el fenómeno El Niño y La Niña, ya que inciden en las alteraciones de precipitación y temperatura (Barros, Menéndez y Nagy, s.f.).

En los años “Niño”, con anomalías de temperatura positiva en el Pacífico Ecuatorial, la precipitación suele ser mayor que la media, mientras que durante los años “Niña” que presentan temperaturas por debajo de lo normal en el Pacífico Ecuatorial, la precipitación se ubica por debajo de los valores medios (Boninsegna y Llop, 2015), por lo que dichos fenómenos ocasionan inundaciones y sequías en áreas vulnerables a dichas variaciones extremas (Pereyra, 2014).

La definición genérica de sequía es “*Deficiencia de precipitaciones durante un período de tiempo relativamente prolongado*” (Valiente, 2001, p.60). Pero Wilhite y Glantz (1985) la categorizan en cuatro grupos: *sequía meteorológica*, *sequía hidrológica*, *sequía agrícola* y *sequía socio-económica*.

La *sequía meteorológica* se da cuando se produce una escasez continuada de precipitaciones y es la que da origen a los restantes tipos de sequías y normalmente suele afectar a zonas de gran extensión. Está vinculada a una región específica, ya que las condiciones atmosféricas que producen déficit de precipitación son muy variables de una región a otra. Además, éste tipo de sequía también puede implicar temperaturas más altas, vientos de fuerte intensidad, humedad relativa baja, incremento de la evapotranspiración, menor cobertura de nubes y mayor insolación; Todo ello puede traducirse en reducciones en las tasas de infiltración, menor escorrentía, reducción en la percolación profunda y menor recarga de las aguas subterráneas.

La *sequía hidrológica* se relaciona con períodos de caudales circulantes por los cursos de agua o de volúmenes embalsados por debajo de lo normal, es decir la disminución en las disponibilidades de aguas superficiales y subterráneas en un sistema de gestión durante un plazo temporal dado, respecto a los valores medios, que puede impedir cubrir las demandas de agua al cien por cien, cuya manifestación puede demorarse meses o años desde el inicio de la escasez pluviométrica.

La *sequía agrícola* se define como el déficit de humedad en la zona radicular para satisfacer las necesidades de un cultivo en un lugar y en una época determinada, dado a que la cantidad de agua es diferente para cada cultivo, e incluso puede variar a lo largo del crecimiento de una misma planta. Tiene lugar poco tiempo después de la sequía meteorológica. En zonas de cultivos de secano va ligada a la sequía meteorológica con un pequeño desfase temporal dependiente de la capacidad de retención de humedad del suelo edáfico, mientras que en zonas irrigadas la sequía agrícola está más vinculada a la sequía hidrológica.

La *sequía socio-económica* es la afección de la escasez de agua a las personas y a la actividad económica, como consecuencia de la sequía. Para hablar de sequía socio-económica no es necesario que se produzca una restricción del suministro de agua sino que basta con que algún sector económico se vea afectado por la escasez hídrica con consecuencias económicas desfavorables.

Por lo tanto, resulta necesario profundizar el conocimiento de las asociaciones y teleconexiones entre el recurso hídrico con los mecanismos de circulación atmosférica regional, el estado de los océanos y de la cupla océano-atmósfera que regulan los procesos hidroclimáticos de la cordillera y sus forzantes externos (Poblete,

Hryciw y Vera, 2017). En ese contexto se propone analizar la incidencia del ENSO sobre las precipitaciones navales.

A la pendiente Atlántica pertenece el sistema Desaguadero-Colorado. Este abarca nueve provincias argentinas: Catamarca, La Rioja, San Juan, Mendoza, San Luis, La Pampa, Neuquén, Río Negro y Buenos Aires, cuyos ríos presentan módulos diferenciados de acuerdo a sus variaciones climáticas, siendo unos exigüos y otros importantes, como el río Guandacol, 2 m³/s; Jáchal, 14 m³/s; San Juan, 66 m³/s y Grande, 100 m³/s. Por lo expuesto, las cuencas hidrográficas de la provincia de San Juan pertenecen al sistema Desaguadero-Colorado. A nivel provincial se destacan por sus caudales las del San Juan, Jáchal, Huaco y Gualcamayo; en tanto que, como cuencas endorreicas: El Leoncito, Gualilán, El Jumeal y Gran Bajo Oriental. La cuenca del río San Juan, abarca ambientes montañosos de Cordillera, Precordillera y valles de características disímiles. Presenta régimen de alimentación nivoglacial y escurrimientos irregulares con alternancias de épocas de crecidas y estiajes semejantes, y es responsable de generar oasis de regadío de diferente importancia espacial y económica (González Martín, 2017).

El río San Juan se localiza en el sector suroeste de la provincia homónima. Su **cuenca alta** se presenta en el departamento Calingasta y se conforma con los afluentes del Castaño y Los Patos, que tienen sus nacientes en la Cordillera del Límite que constituye la divisoria de agua con la pendiente Pacífica, cuyo recurso hídrico es aprovechado a partir de tomas construidas en forma de pie de gallo a los largo de los ríos Los Patos, Calingasta y Castaño, de donde parten canales de tierra que conducen el agua a las propiedades localizadas en ambas márgenes. Su **cuenca media** se desarrolla en ambiente de Precordillera, primero en el departamento Calingasta (Las Juntas) para luego de trasponer la actual estación de aforo [Km 101 (Latitud: -31°15'9,20" S; Longitud: -69°10'38,4" O; Altitud: 1264 msnm)], además de constituir el límite entre Ullum y Zonda y terminar en la zona del paredón del dique Punta Negra. A partir de allí se inicia su **cuenca baja**, en donde se presenta la unificación de tomas a través de diversos diques ejecutados que permiten la utilización del recurso hídrico para diversos usos tales como irrigación, suministro poblacional e industrial, generación de energía y recreación; En él se organizan los oasis provinciales más significativos, en los valles tectónicos de Ullum-Zonda y del Tulum al contar con caudales importantes en calidad y cantidad, y tener los sistemas de riego y drenaje integrados (González Martín, 2017).

En la cuenca del río San Juan han existido tres estaciones hidrológicas activas donde se realizaban aforos líquidos en forma permanente. Dos sobre el río Los Patos: Álvarez Condarco aguas arriba del Horcajo y La Plateada, aguas abajo de la unión con el Blanco. En el curso, inferior y luego en el medio del San Juan, existió hasta 1980 el aforo en margen derecha del dique derivador José Ignacio de la Roza, con posterioridad se aforó en el Km 47,3 hasta 2008 y desde 2008 a la actualidad en el Km 101. Estos cambios obedecieron, a la puesta en funcionamiento de los embalses Quebrada de Ullum y Caracoles.

Si se considera la serie de caudales medios del río San Juan desde que se tienen registros (1909) a la actualidad, se puede advertir el régimen irregular que presenta con la alternancia de ciclos ricos y pobres, manifestando

el rigor hidroclimático en sus dos manifestaciones más extremas, por un lado la sequía y por otro los excesos que fueron episódicos y de menor duración (Poblete y Hryciw, 2017).

En los valles de Ullum-Zonda y del Tulum se concentra la actividad agrícola provincial. Los recursos hídricos superficiales y subterráneos dependen del río San Juan. Éste atraviesa los valles mencionados, pero la variabilidad temporal de su caudal continúa siendo un elemento fundamental en la determinación del agua disponible en la red de riego y en el acuífero subterráneo, fue así que se fueron sucediendo obras de sistematización de distinta magnitud tanto con el objetivo de acumular reservas hídricas, como el de conducir éstas hasta las tierras de cultivo, mejorar la regulación y el aprovechamiento de las aguas del río San Juan (Miranda, 1999) que han repercutido en la organización espacial actual de ambos oasis de regadío.

Estas obras cabeceras desde el punto de vista hidráulico, se las reconoce como diques, los cuales presentan diversas denominaciones: por su posición (frontal, lateral), por sus características técnicas (azud, dique de material suelto o de cemento), por su función (embalse, derivador, distribuidor, defensa). Luego se encuentran los canales que distribuirán el recurso hídrico, estos se dividen en matriz, principales, secundarios, terciarios, etc. hasta llegar a ramos y acequias (González Martín, 2017).

No obstante, la escasez de recursos hídricos superficiales en los valles sanjuaninos de Ullum–Zonda y del Tulum, ha llevado al Estado y a los productores a recurrir a las perforaciones con el objetivo de extraer agua de los acuíferos subterráneos que han sido utilizados para expandir la superficie cultivada y complementar la dotación de agua de las tierras con derecho a riego superficial. Esto estuvo inducido por las sequías recurrentes (Miranda, 1999), fue así que el riego complementario se afianzó.

De éste modo, el uso y distribución del agua en la provincia de San Juan reviste suma relevancia, y en su Constitución Provincial, reformada en 1986, se incluyó dentro del capítulo económico y del fomento de la explotación de los recursos naturales, cuatro artículos sucesivos que sientan los principios fundamentales del régimen de aguas de la provincia:

- Art. N° 117: “Corresponde a la Provincia reglar el uso y aprovechamiento de todas las aguas del dominio público existente en su territorio. La Provincia puede conceder en la forma que determine una ley el uso de las aguas para la agricultura y otros fines especiales. Tales concesiones no podrán limitar el derecho de la Provincia a usar esas aguas para sus fines de interés general (...)”.
- Art. N° 118: “Todos los asuntos que se refieran al uso de las aguas públicas, superficiales o subterráneas, está a cargo del Estado Provincial en la forma que determine la ley”.
- Art. N° 119: “(...) las concesiones de agua serán otorgadas en la forma que determine la ley (...)”.
- Art. N° 120: “Las obras fundamentales de aprovechamiento de aguas y su distribución mediante canales, deben ser dispuestos por ley” (PROSAP, 2013, p. 40).

Por lo que, el manejo del agua en la provincia de San Juan tiene estatus normativo en su Constitución Provincial; además el Código de Aguas que fue sancionado en 1978 y que determina un régimen centralizado de aplicación en el Departamento de Hidráulica.

El **Código de Aguas (CA)**, promulgado mediante Ley N°4392 en 1978, es el cuerpo legal que contiene las condiciones y características que rigen la forma en que se aprovechan, conservan y preservan las aguas pertenecientes al dominio público provincial, es decir que, fija los diferentes usos de agua pública, establece los procedimientos y requisitos para solicitar un permiso ó concesión de uso y su orden de preferencia. También indica los derechos y obligaciones de los concesionarios, dispone las condiciones que deben reunir los acueductos, tomas y compartos, y cómo se deben conducir, distribuir y repartir las aguas públicas; indica los requisitos y condiciones de construcción de obras para la utilización de aguas subterráneas, establece el modo de registro de las aguas y señala la forma de aplicación de sanciones y suspensión del servicio (PROSAP, 2013).

La autoridad competente para aplicar éste código es el Departamento de Hidráulica y sus organismos Descentralizados, Juntas Departamentales y Comisiones de Regantes (PROSAP, 2013). El Departamento de Hidráulica de la Provincia de San Juan, se crea por medio de la Ley N°886 en 1942. Es el organismo que tiene competencia en funciones de manejo, administración y policía del recurso hídrico a nivel provincial (González Martín, 2017).

Es así que, el manejo del agua es un proceso complejo destinado a controlar el ciclo de un recurso natural cuya presencia es errática e irregular en el tiempo y en la superficie terrestre (Dourojeanni, 1994). Debido a la variabilidad del régimen hídrico del río San Juan, en el que se suceden sequías y excesos, incide en el tipo de manejo que ha de aplicarse a través del tiempo, en el que se ha de garantizar su disponibilidad para los diferentes usos a los que se demande en los valles de Ullum-Zonda y del Tulum.

Por lo expresado, el propósito de éste trabajo consistirá en evaluar, a través del tiempo, la disponibilidad y el manejo del recurso hídrico en la cuenca del río San Juan, con énfasis en su curso inferior, en los valles de Ullum-Zonda y del Tulum, que conforman el principal espacio poblacional y económico en la provincia de San Juan, en el período comprendido desde 1909, año en que se efectúa la primera medición de su caudal por parte del Departamento de Hidráulica de la provincia homónima, a la actualidad, mediante el análisis de la disponibilidad del recurso hídrico en la cuenca del río San Juan y su relación con el fenómeno ENSO, la individualización del tipo de recurso hídrico de mayor uso a nivel de los valles, la reseña de la aparición de las diversas obras de sistematización a través del tiempo, que permitieron la organización espacial actual, la identificación de los usos del recurso hídrico según el Código de Aguas y la especificación del tipo de manejo del recurso hídrico a lo largo del tiempo.

En la actualidad, hay trabajos relacionados a ésta temática de González Martín, María C., cuya actividad se centra en la evaluación integral del recurso hídrico en ambiente de cuencas hidrográficas, en el oasis de regadío Ullum-Zonda, de los tipos de recursos hídricos que se presentan y en el de Tulum en ambientes de oasis de regadío, de humedales y de aguas subterráneas; Poblete, Arnobio G., en el que sus investigaciones se focalizan en las variables climáticas y en la variabilidad del régimen hídrico y su repercusión en los valles de Ullum-Zonda y del Tulum; Miranda, Omar, quien tiene publicaciones relacionadas al marco histórico del riego en San Juan y su agricultura.

No obstante, no se ha abordado el tema desde el punto de vista de la evaluación, a través del tiempo, de la disponibilidad y el manejo del recurso hídrico en la cuenca del río San Juan con hincapié en su curso inferior, en los valles de Ullum-Zonda y del Tulum. Para ello se tuvieron en cuenta los ciclos hidrológicos, desde el período cuando se comienzan a efectuar los registros de los caudales de dicha cuenca (1909-1910) hasta el presente (2022-2023).

Capítulo III. Metodología

A partir de la elección del tema de estudio, consistente en evaluar, a través del tiempo, la disponibilidad y el manejo del recurso hídrico en la cuenca del río San Juan, con énfasis en su curso inferior, en los valles de Ullum-Zonda y del Tulum, para el período establecido con anterioridad, para el cumplimiento de los objetivos planteados se optó por la utilización de una estrategia metodológica cualitativa y cuantitativa.

Con el fin de analizar la disponibilidad del recurso hídrico en la cuenca del río San Juan y su relación con el fenómeno ENSO, individualizar el tipo de recurso hídrico de mayor uso a nivel de los valles, reseñar la aparición de las diversas obras de sistematización y especificar el tipo de manejo de recurso hídrico a través del tiempo, se procedió a utilizar la técnica de análisis de fuentes documentales y estadística, por lo que se recurrieron a fuentes primarias *que proporcionan datos de primera mano pues se tratan de documentos que contienen los resultados de estudios* (Madrigal, 2015), utilizándose artículos especializados, tesis de posgrado y artículos periodísticos, además de consultarse a sitios web oficiales, como del Departamento de Hidráulica de la Provincia de San Juan, para recopilar y analizar los datos de los caudales medios y de los derrames anuales del río San Juan.

Para analizar la relación del fenómeno ENSO con las variaciones del caudal río San Juan, se consultó a la página web del NOAA (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica) que proporciona un registro mensual del estado del ENSO desde 1950 hasta la actualidad, en el que se explica las temperaturas predominantes mediante la representación gráfica de las mismas, en donde el monitoreo de las condiciones del ENSO se centra en la temperatura superficial del mar (TSM).

Por su parte, para identificar los usos del recurso hídrico, se recurrió al análisis del cuerpo legal del Código de Aguas de la provincia de San Juan.

Para el procesamiento del material cartográfico y de imágenes satelitales multitemporales y presentación de la información se procedió al uso de software específicos, tales como, Google Earth, Qgis y OpenOffice.

En lo que respecta al análisis multitemporal, se tomaron las imágenes satelitales históricas coincidentes con los mayores escurrimientos después de 1984, ya que son las disponibles en el histórico de Google Earth desde ese año, en las que se verificó la reactivación de cuerpos lagunares y zonas anegadas, y el comportamiento del cauce del río San Juan en épocas de crecidas.

Capítulo IV. Resultados

IV. 1 Análisis de la disponibilidad del recurso hídrico en la cuenca del río San Juan y su relación con el fenómeno ENSO

Las anomalías de la temperatura superficial del mar (TSM) se observan en 4 regiones geográficas del Pacífico ecuatorial. (Figura 3)

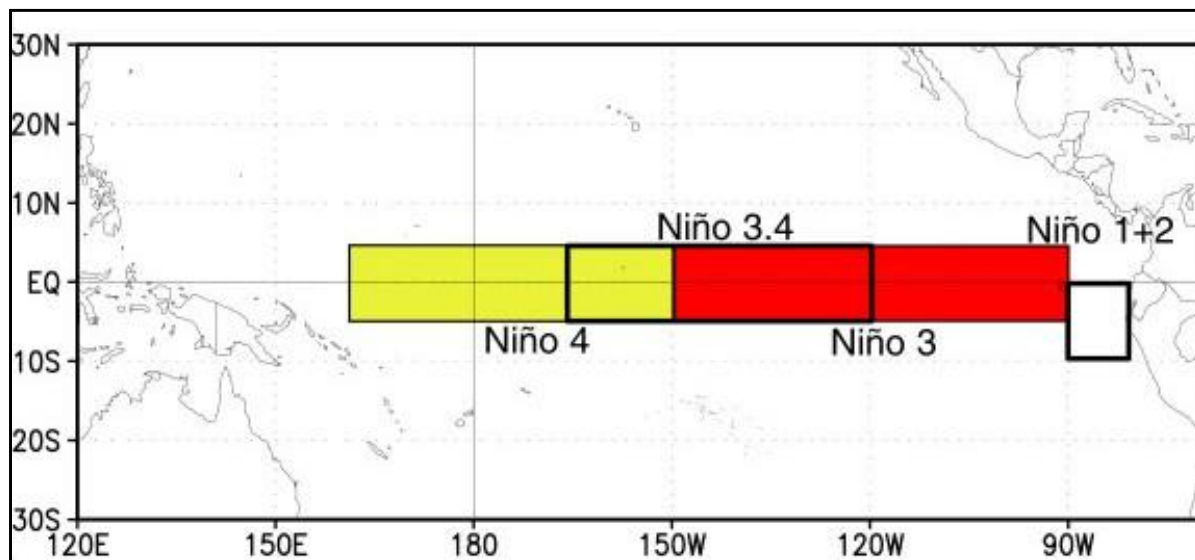


Figura 3. Representación gráfica de las regiones geográficas del Niño

Fuente: https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/nino_regions.shtml

La región Niño 1+2 se localiza al sur del Ecuador y al oeste del meridiano de 90° O, las otras tres se distribuyen entre 5°N a 5°S de latitud. La región Niño 3 abarca de los 90° O a los 150° O; Niño 4, de los 150° O a los 160° E, y Niño 3.4, de los 120° O a los 170° O. Las anomalías igual o superior a 0,5 son indicativas de las condiciones del ENSO de la fase cálida (El Niño); mientras que las anomalías menores o iguales a -0,5 están asociados con condiciones de fase fría (La Niña), y las neutras son las que se encuentran en el rango de -0,5 a 0,5. Para identificar estas fases cálidas, frías o neutras del fenómeno ENSO se utiliza el Índice Oceánico del Niño (ONI). Este se calcula a partir de la media móvil de tres meses de las anomalías de la temperatura superficial del mar (TSM), y distingue 4 niveles de ENSO positivo: Muy fuerte, Fuerte, Moderado y Débil; luego el neutral y por último, 3 negativos: Débil, Moderado y Fuerte.

Cabe aclarar que para el mes de agosto de 2023, todas las regiones Niño mantuvieron valores superiores al 0,5; a saber: Niño 4 (+1,1 °C), Niño 3.4 (+1,5°C), Niño 3 (+2,2°C) y Niño1+2 (+3,1°C). Las TSM más cálidas se observaron entre 100° O y la costa Sudamericana con anomalías superiores a +2,5/+3°C en promedio (Niño Muy Fuerte).

El **Índice Oceánico Niño (ONI)** se ha convertido en el estándar que utiliza la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) de los EEUU para identificar los eventos El Niño (cálido) y La Niña (frío) en el Pacífico tropical. (Figura 4)

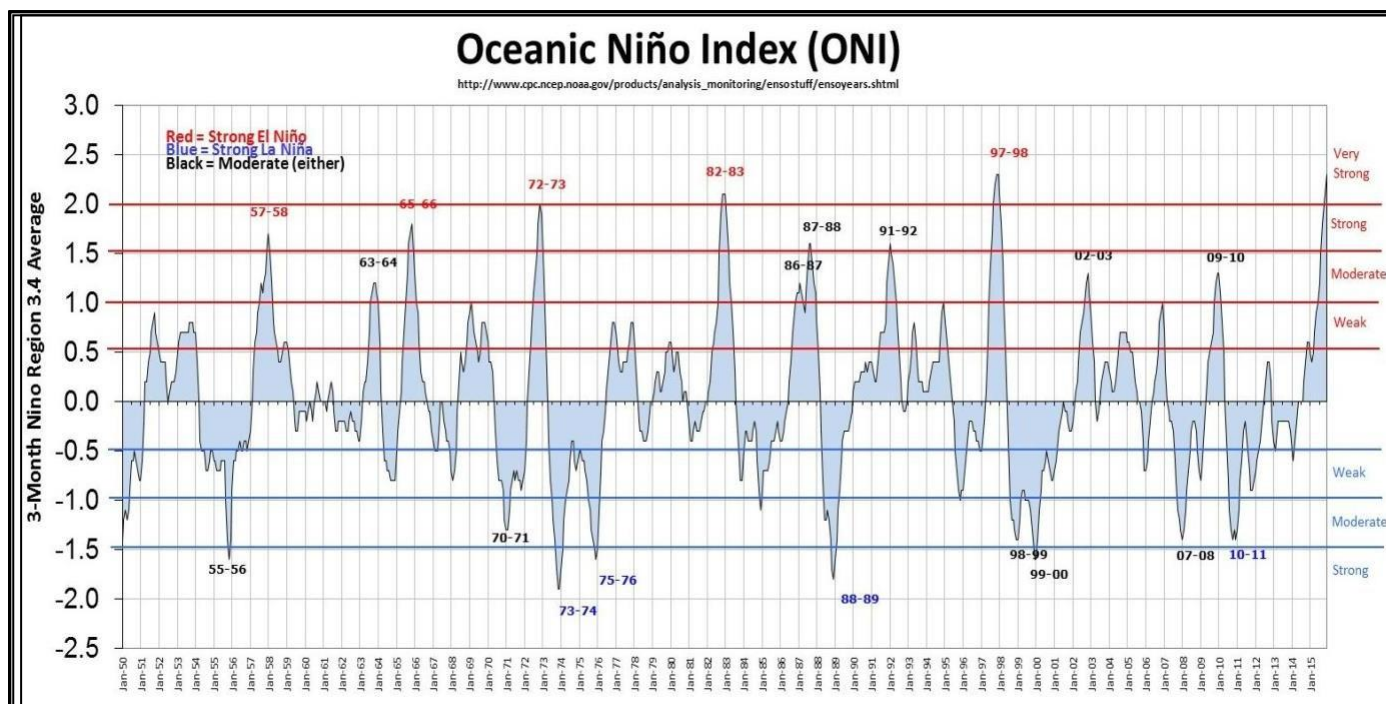


Figura 4. Índice Oceánico Niño (ONI)

Fuente: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml

Niveles de ENSO: Débil (Weak) - Moderado (Moderate) – Fuerte (Strong) – Muy fuerte (Very strong) – Neutral (0,5 a -0,5)

A partir de los datos de los registros de aforos del río San Juan se elaboró el Anexo 1, en donde se observan los caudales medios (m^3/seg) y derrames (hm^3) anuales del río San Juan, como así también un gráfico de derrames anuales (hm^3) de la cuenca en estudio (Figura 5), para establecer el comportamiento y las variaciones de su régimen.

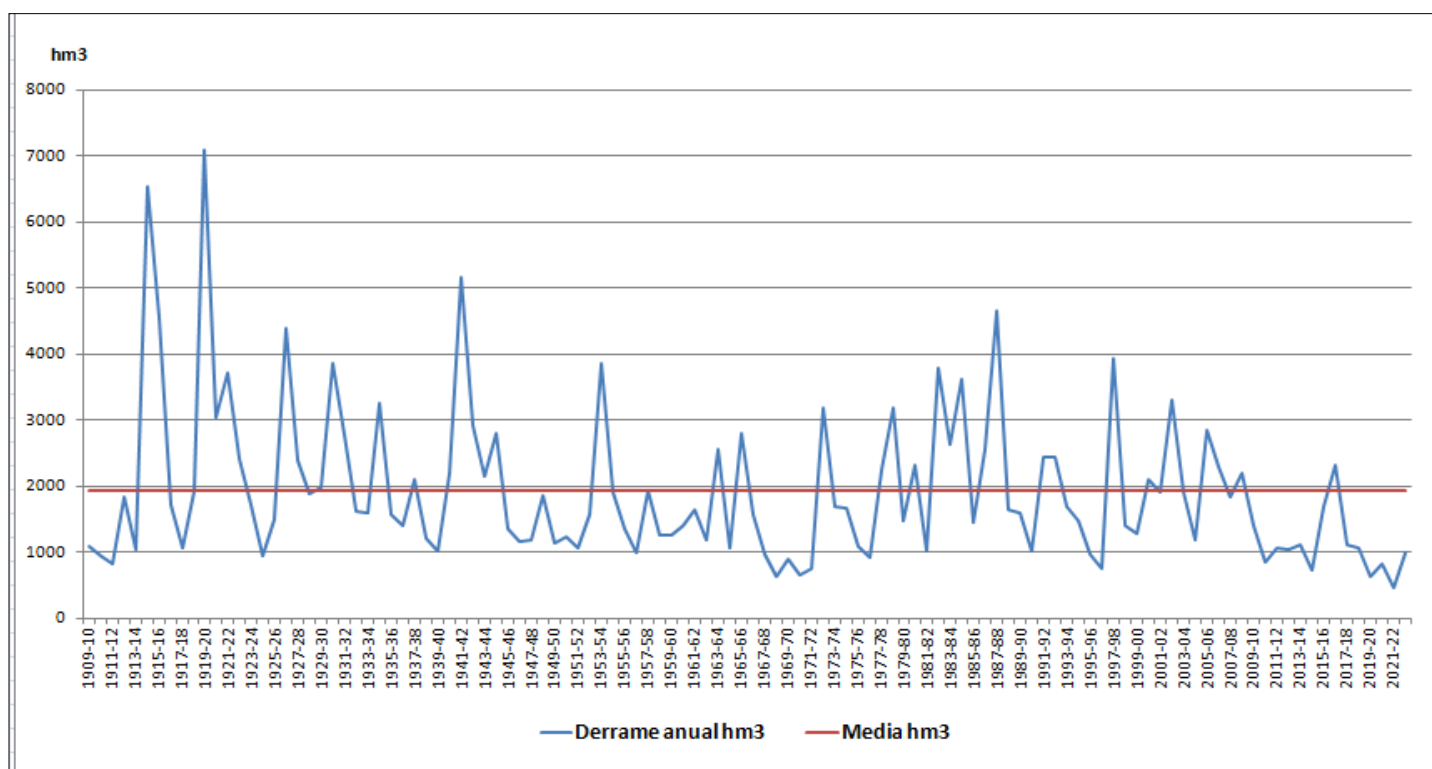


Figura 5. Derrames anuales del río San Juan (hm^3)

Fuente: Datos de Tabla Anexo 1

De acuerdo al análisis de la serie de caudales medios (m^3/seg) y de derrames (hm^3) anuales del río San Juan (1909-2023) y de la Figura 5, se determina un caudal medio de $61,42 \text{ m}^3/\text{seg}$; mientras que el valor del derrame medio en 1.942 hm^3 . Se advierte la alternancia de ciclos hidrológicos ricos y pobres, con extremos que van desde $223,70 \text{ m}^3/\text{seg}$ (7.085 hm^3) para 1919-20, hasta $14,30 \text{ m}^3/\text{seg}$ (450 hm^3) en el 2021-22, convirtiéndose este último en el peor año hidrológico de la historia, dejando en evidencia la variabilidad de los caudales que presenta la cuenca del río San Juan.

Los ciclos ricos se corresponden a la primera mitad del siglo XX, en el que alcanzó sus máximos en 1914-15 y sobre todo en 1919-20; además de 1941-42. Luego sigue un período de menores caudales, que culmina con la crisis hídrica de 1968-72, para con posterioridad volver a incrementos leves en 1978-79, 1982-83, 1984-85, 1987-88, 1997-98 y 2002-03, y presentar una nueva sequía entre 2010-2015, para luego volver a incrementarse el caudal entre 2015-2017, para suceder un período de máxima sequía, inmerso aún en él.

Por lo tanto, la sequía presenta eventos más significativos por su duración y repercusión adversa en la agricultura y disponibilidad de energía hidroeléctrica, mientras que los excesos fueron episódicos y de menor duración.

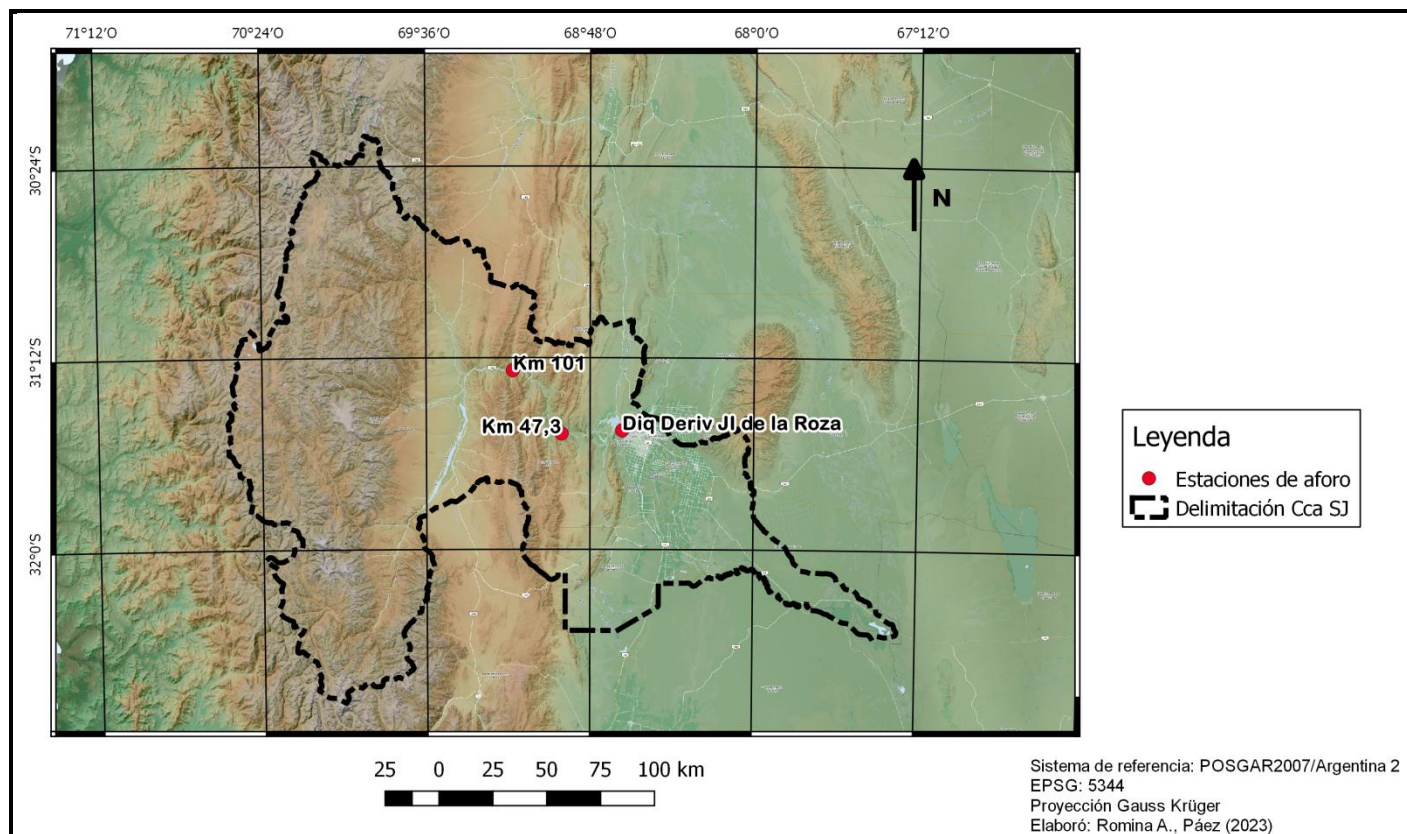


Figura 6. Localización estaciones de aforo del río San Juan (hm^3)

Cabe destacar que, los valores aforados corresponden a tres sitios diferentes de localización de las estaciones de medición de caudales, como fueron dique derivador J. Ig. de la Roza, Km 47,3 y Km 101. (Figura 6) Así, desde 1909 hasta 1980 se aforó en el dique Derivador José Ignacio de la Roza; luego de 1980 a 2008, se aforó en la estación del Km 47,3; para luego pasar a la estación de aforo del Km 101 (Tabla 1). Los cambios en las

ubicaciones de las estaciones de aforo obedecieron a la puesta en funcionamiento de embalses como Quebrada de Ullum (inaugurado en 1980) y Caracoles (inaugurado en 2008), que se ubican aguas arriba de estas estaciones de mediciones anteriores.

Tabla 1. Estaciones de aforo en cuenca media y baja del río San Juan

Sitios de aforo	Latitud	Longitud	Período
Dique derivador José Ignacio de la Roza	31°30'14,85''S	68°38'35,55''O	1909-1980
Km 47,3	31°32'00''S	68°53'00''O	1980-2008
Km 101	31°15'9,20''S	69°10'38,4''O	2008-actualidad

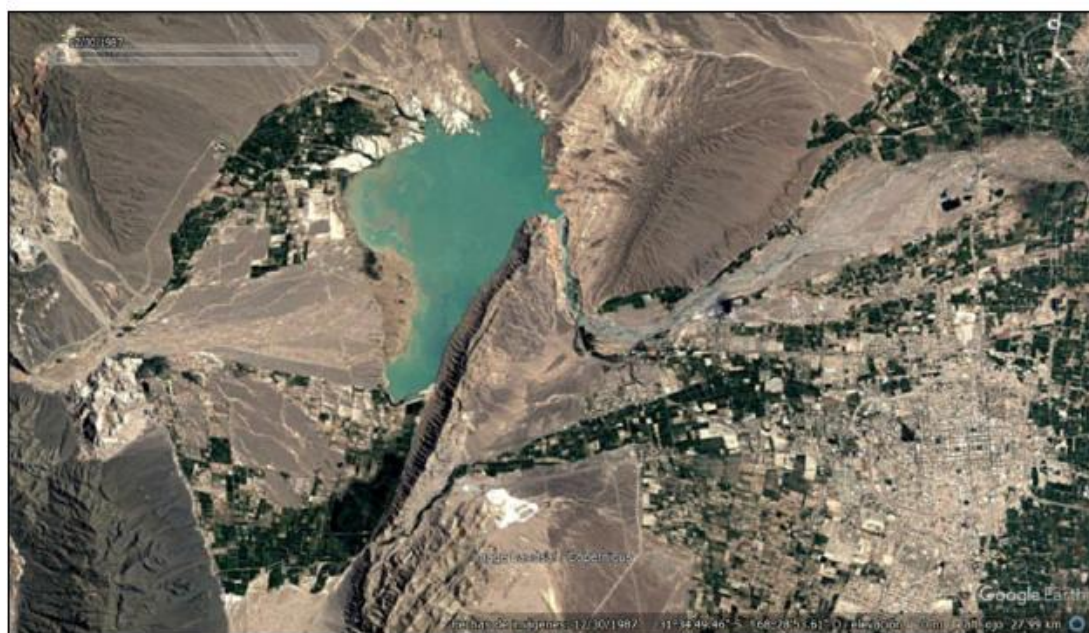
Fuente: <http://www.hidraulica.sanjuan.gob.ar>

De acuerdo al Departamento de Hidráulica, 1.200 hm³ es el derrame necesario para satisfacer las necesidades de consumo humano, riego agrícola y otros usos en los valles de Ullum-Zonda y del Tulum, no obstante, en los últimos 10 años (desde la temporada 2010-2011 a la 2022-2023), el escurrimiento del río San Juan ha sido en promedio de 1068,52 hm³/año.

Se evidenció en la página que la repartición no cargó los datos mensuales del año hidrológico 2018-19, y los del 2019-20 lo hizo hasta febrero 2020. Por lo que se debió consultar a fuentes alternativas, como el Servicio Nacional de Información Hídrica (SNIH), que posee entre tres a cuatro valores mensuales de la estación Km 101 (Código 1211) para completar los valores faltantes de la Tabla Anexo.

En cuanto a la relación de la disponibilidad del recurso hídrico en la cuenca del río San Juan con el fenómeno ENSO (El Niño-Oscilación del Sur), se establece que dicho río es susceptible a la ocurrencia de “Niño”, que son responsables de dar los mayores aportes níveos a los cordones cordilleranos, dado a que se asocian a precipitaciones por encima de la media y en consecuencia el aumento del escurrimiento durante el período estival. Fue así que se establecieron crecidas en 1953-54, 1957-58, 1963-64, 1965-66, 1972-73, 1982-83, 1987-88, 1991-92, 1997-98, 2002-03 y 2015-16. En tanto que, en Niña, en donde las precipitaciones y el escurrimiento se comportan de manera inversa, fue cuando disminuyó su caudal de forma notable, como en 1955-56, 1970-71, 1973-74, 1974-75, 1975-76, 1988-89, 1999-00, 2007-08, 2010-11, 2020-21, 2021-22.

Figura 7. Dique de Ullum-Parque Provincial Presidente Sarmiento



1987 presencia de Niño

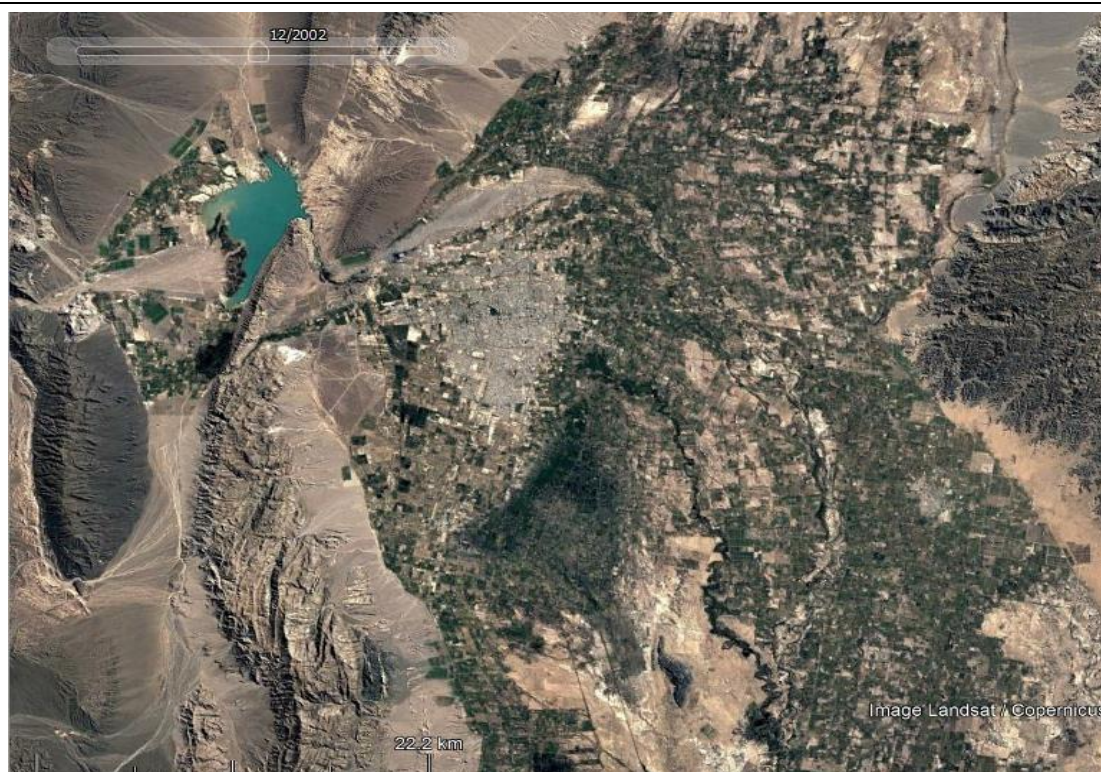


1999 presencia de Niña

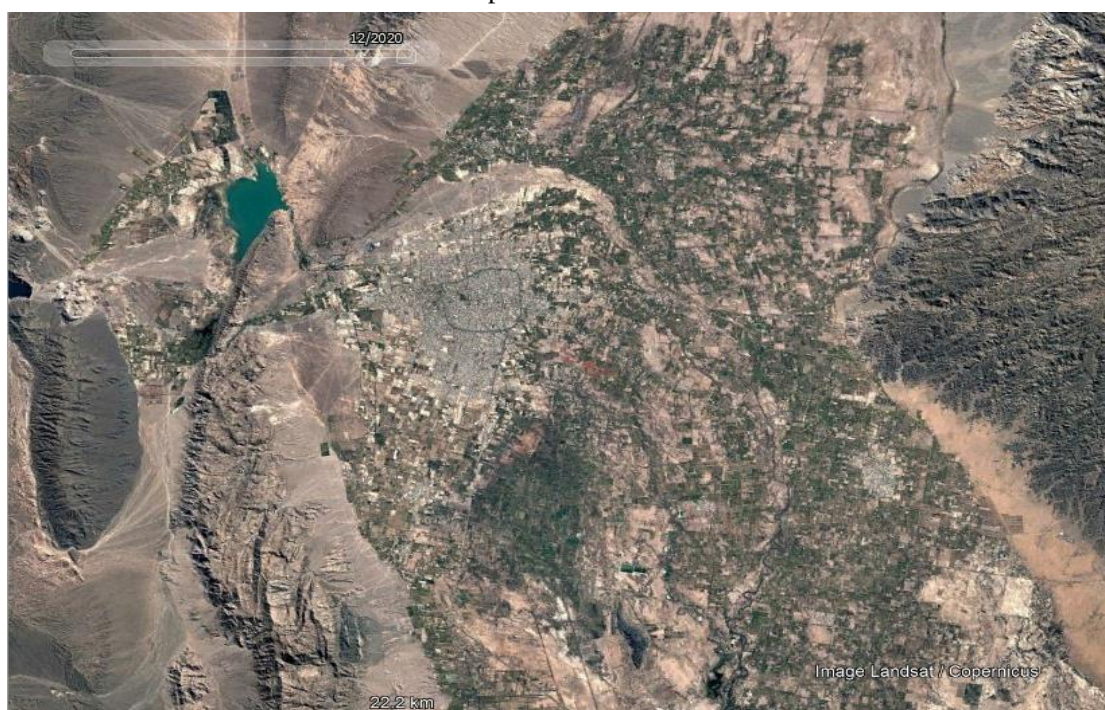
Fuente: Google Earth

Cabe destacar que, en la Figura 5 se observa que en los años Niño los derrames superan la media; mientras que en los Niña se encuentran por debajo de la media. Este mismo fenómeno se refleja en el análisis multitemporal de imágenes satelitales (Figuras 7 y 8), en donde en los años Niño se reactivan los cuerpos lagunares y las zonas anegadas y en los de Niña se retraen o desaparecen.

Figura 8. Valles de Ullum-Zonda y del Tulum



2002 presencia de Niño



2020 presencia de Niña

Fuente: Google Earth

IV. 2 Individualización del tipo de recurso hídrico de mayor uso a nivel de los valles

De acuerdo a González Martín (2017) los tipos de aguas son superficiales, subterráneas, lacustres, pluviales y residuales. El principal recurso hídrico de la provincia de San Juan es aportado por el río San Juan que irriga en su curso inferior a los valles de Ullum-Zonda y del Tulum, por lo que el tipo de *agua superficial* es la de mayor uso a nivel de los valles, pero debido a su escurrimiento irregular con épocas de crecidas y estiajes y a

períodos de escasez hídrica, se recurre a la extracción de agua de los acuíferos subterráneos mediante perforaciones, para atender la demanda de agua en especial por parte del sector agrícola, pero también para consumo humano e industrial.

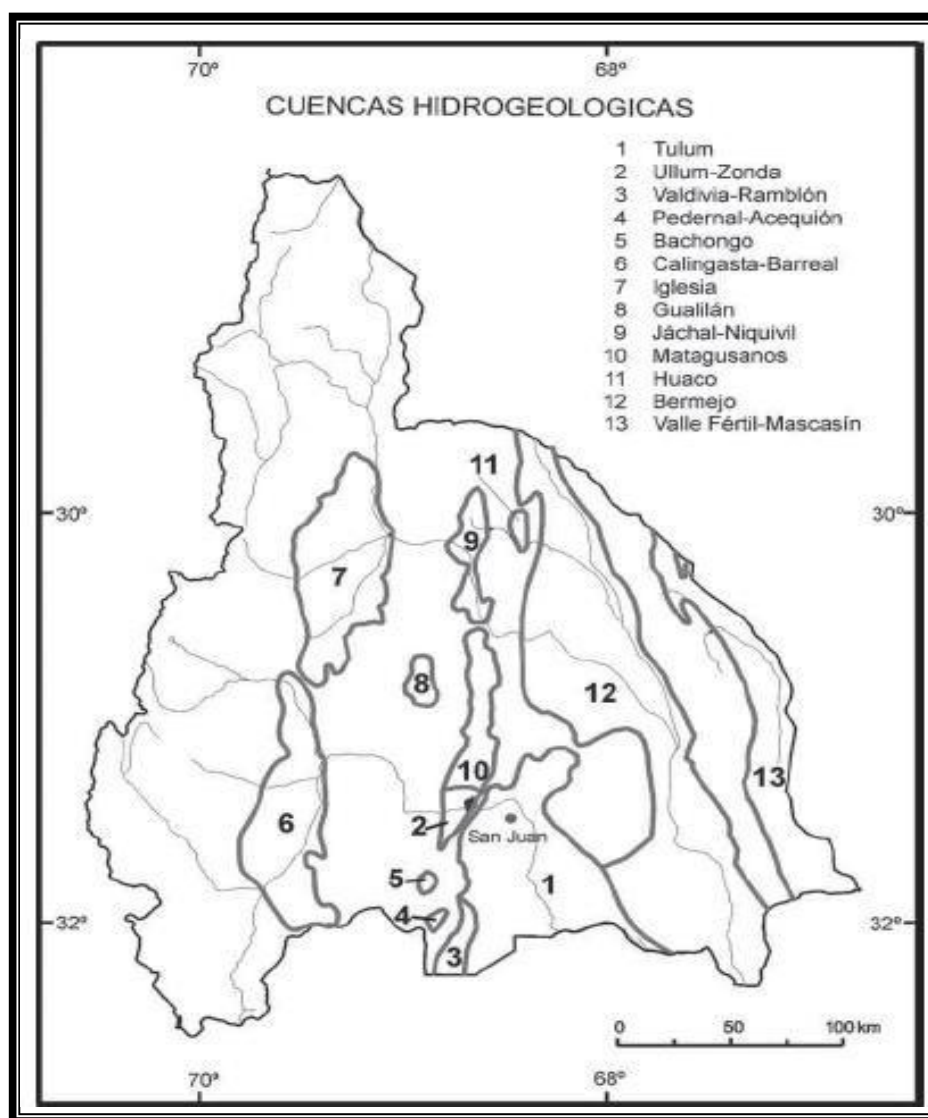


Figura 9. Cuencas hidrogeológicas de la provincia de San Juan
Fuente: Cuencas hidrogeológicas definidas por el CRAS

Según las cuencas hidrogeológicas definidas por el Centro Regional de Aguas Subterráneas (CRAS) en la década de 1970, el área de estudio comprende las seis primeras: 1 Tulum, 2 Ullum-Zonda, 3 Valdivia-Ramblón, 4 Pedernal-Acequión, 5 Bachongo y 6 Calingasta-Barreal. Todas ellas deben en gran medida sus aportes a los recursos superficiales del río San Juan. (Figura 9)

En relación a la extracción de *agua subterránea* en los valles de referencia, y en especial en el curso inferior de la cuenca del río San Juan, existen dos cuencas subterráneas, la de **Ullum y Zonda**, un acuífero libre, con un volumen estimado superior a 2.000 hm³, y la del **Tulum**, de mayor tamaño, con una superficie de 783.000 has entre acuíferos libres y confinados, con un volumen de almacenaje de 500.000 hm³, cuya recarga se produce de forma natural y ocurre en el área del acuífero libre que está en el nuevo abanico aluvial del río San Juan.

Las perforaciones se ejecutaron, en su mayoría, desde la década de 1950, en coincidencia con la aparición de la bomba de profundidad, y con mayor intensidad entre 1969-1970, dada a la grave sequía que afectó a la región y a la cuenca del río San Juan, y a la inexistencia de infraestructura para almacenar grandes volúmenes de agua, situación que se vio modificada a lo largo del tiempo con la construcción de diques sobre el curso de dicho río, de modo que el caudal de agua disponible para riego dejó de tener graves oscilaciones, frenándose el uso de las perforaciones por las tres décadas siguientes.

No obstante, la inelasticidad de la oferta de agua de riego superficial se convirtió en la principal restricción para expandir la frontera agrícola durante los '90, lo cual sólo fue posible de revertir mediante la realización de nuevas perforaciones. Es así que el riego con agua del subsuelo fue una estrategia que caracterizó a la mayoría de los grandes emprendimientos agrícolas que se han constituido a partir de la instrumentación de la Ley de Diferimientos Impositivos, debido a que posibilitó la incorporación de nuevos espacios agrícolas, como consecuencia de su implementación desde 1995, superándose los límites del oasis de regadío tradicional, abriéndose paso así en zonas no explotadas, por no poseer los requerimientos hídricos y edáficos del resto de las áreas cultivadas, como los piedemontes, por contar con riego presurizado por goteo. Así se afianzó y posibilitó la expansión de la frontera agrícola, recurriéndose al uso de las aguas subterráneas.

En el contexto de la sequía actual, se dio lugar a la rehabilitación de las baterías de pozos ubicados en los valles de Ullum-Zonda y del Tulum. En la actualidad hay 75 perforaciones en el valle de Zonda, que son oficiales; mientras que en el del Tulum, para el área del acuífero libre se relevaron 1.227 perforaciones, y en el área del acuífero semiconfinado se registraron 2.745 perforaciones, pero según fuentes privadas se estima que hay unas 8.000 perforaciones en la provincia, pero que no están todas autorizadas, es decir que la mitad de las perforaciones se realizaron de forma ilegal, sin contar con la totalidad de los estudios técnicos previos, con el consiguiente compromiso del recurso hídrico subterráneo al no tener ningún tipo de control.

Se ha establecido además que, los departamentos que rodean a la ciudad de San Juan son los que tienen la mayor concentración de perforaciones, pero son aquellos que están más alejados los que tienen una dependencia marcada con el agua del subsuelo, ya que en ellos se registra el mayor consumo de energía eléctrica para riego. Sin embargo, la calidad del agua subterránea no es igual en la totalidad de los valles en estudio, dado que algunas zonas tienen una proporción muy baja de sodio, mientras que en otras se presenta elevada salinidad, lo que intoxica a las plantas, restringiéndose su crecimiento, motivo por el cual los productores solicitan que se combine el agua de los pozos con la superficial, además de que ésta última posee sedimentos que contribuyen al enriquecimiento de los cultivos.

En relación al *agua pluvial*, las precipitaciones en el área de los valles son muy escasas, con un promedio anual de 90 mm, por lo que no tienen aportes significativos y las mismas son desaguadas por el cauce del río San Juan. En cuanto al *agua residual* no presenta uso y en el futuro tampoco en el valle de Ullum-Zonda, aún con la ejecución actual del colector cloacal que los beneficiará; en tanto que, en el valle del Tulum se realiza un aprovechamiento con fines forestales en la finca “El Desempeño” localizada al SE del cerrillo Barboza, la que aprovecha las aguas tratadas en la planta depuradora homónima que trata líquidos cloacales del Gran San

Juan; en adición, también se está construyendo el primer complejo de departamentos (en el Gran San Juan) que reutilizará el agua proveniente de los lavarropas para el riego de las áreas verdes del mismo, que sería la prueba piloto para construcciones similares futuras.

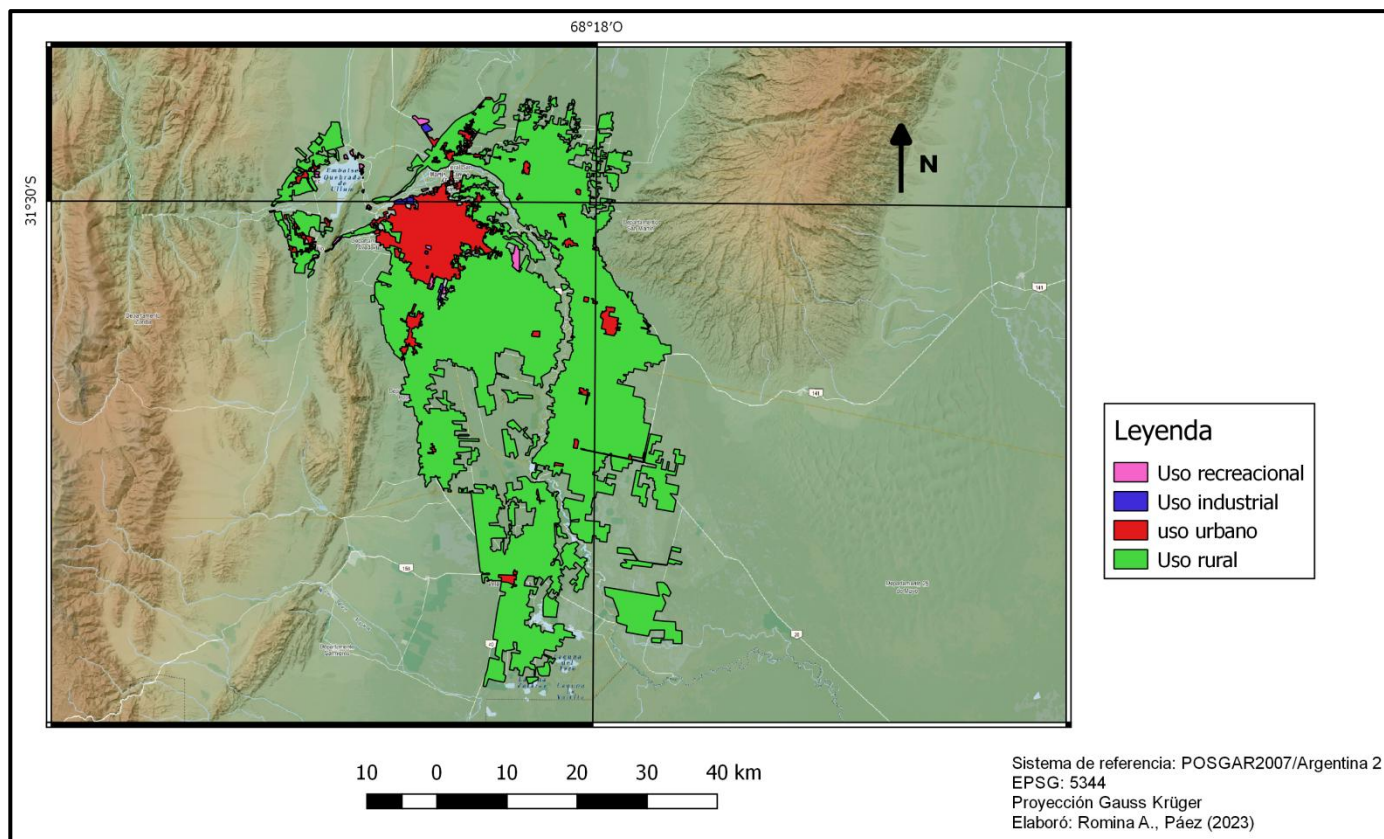


Figura 10. Usos del suelo en los valles de Ullum-Zonda y del Tulum

Por todo lo expresado, las aguas de tipo superficial son las de mayor aprovechamiento a nivel de los valles, dominando el uso rural o agrícola, seguido del urbano, donde destaca el Gran San Juan y otros centros rurales. A ello se agregan los usos industriales y recreativos, de tipo puntual y los primeros asociados a la explotación de aguas subterráneas.

La predominancia del uso del agua de tipo superficial es porque el sistema de riego está organizado a través de una red de canales de diversas jerarquías que presenta riego superficial por gravedad del tipo melva, surco, camellones, de acuerdo al tipo de cultivo que se realice; seguida de las subterráneas, las cuales se recurren a ellas en gran medida como riego complementario, por lo general, en épocas de déficit hídrico, para complementar el abastecimiento de la demanda agrícola y llegar al riego completo de las áreas cultivadas.

A su vez, en muchos de los casos las aguas subterráneas funcionan como riego exclusivo según la ubicación de las explotaciones, sobre todas las de diferimientos impositivos; algunos sistemas de abastecimientos de agua potable en ambos valles que son administrados en gran mayoría por uniones vecinales, y las industrias con explotación de aguas subterráneas a través de perforaciones propias. Además hay que destacar las numerosas perforaciones que posee OSSE para reforzar el suministro del agua potable en el Gran San Juan.

IV. 3 Reseña de la aparición de las obras de sistematización y su incidencia en la organización espacial actual

La irregularidad del régimen del río San Juan, con una marcada variabilidad interanual y ocurrencia de extremos esporádicos, justifica la necesidad de embalsar el agua, lo que derivó en la construcción de diques embalses sobre el río homónimo para regular la disponibilidad hídrica, lo que incidió en la disminución de los riesgos de sequías o crecidas, en conjunción con la ampliación de la superficie bajo riego, la generación de electricidad, además de convertirse en atractivos turísticos y de servir para la práctica de deportes acuáticos. Así las obras de sistematización han constituido los sistemas de irrigación y han permitido afianzar los oasis de regadío. En consecuencia, el río San Juan presenta un sistema hídrico multipropósito, conformado por obras de infraestructura hidráulica que sirven para el almacenaje de aguas y la generación de electricidad.

El primer embalse construido sobre el curso inferior del río San Juan fue Quebrada de Ullum (inaugurado en diciembre de 1980) y emplazado a 18 km al NO de la ciudad Capital; luego, aguas arriba de éste, Caracoles (octubre de 2008) y entre los dos Punta Negra (agosto de 2015). Antes de la construcción de Caracoles se encontraba el azud Punta Negra (1969), del cual partía un canal aductor que conducía el agua para la usina pie de presa (La Olla) y para el riego de los valles de Zonda y Ullum, sobre dicho azud se construyó el dique Punta Negra, que opera como un embalse compensador de Caracoles y que reorganizó las diversas tomas. Aguas arriba de Caracoles (18,80 km) está en construcción Tambolar, el último de los tres diques del curso medio del río San Juan. (Figura 11)

Los tres últimos diques son de material suelto gradado con geomembrana, ya que son los ideales para zonas de alta sismicidad como la que posee la zona, dado que si fueran estructuras rígidas ante un sismo de gran magnitud se fracturarían. El Quebrada de Ullum es de material suelto pero con un núcleo impermeable y rip-rap en andesitas. Todos tienen importantes sistemas de auscultación que permiten controlar dichas estructuras de sismos inducidos, asentamientos varios y filtraciones; sus aliviaderos han sido calculados para caudales de 2.560 m³/s que corresponden a su milenaria. Por todo lo expresado, en el río San Juan se localiza el mayor número de embalses (4), en contraste con el resto de las cuencas de la provincia.

De acuerdo a la Tabla 2, hasta el momento el embalse con mayor capacidad de almacenaje es Caracoles (565 hm³) y el de menor, es Ullum (440 hm³); no obstante, Tambolar tendrá una capacidad de 605 hm³, lo que lo convertiría en el de mayor almacenamiento de recursos hídricos.

Tabla 2. Capacidad de almacenaje de los embalses

Embalse	Capacidad de almacenaje (hm³)
Quebrada de Ullum	440
Caracoles	565
Punta Negra	500
Tambolar (en construcción)	605
Capacidad total de almacenaje estimada (hm³)	2110

Fuente: Elaborado en base a <https://www.epsesanjuan.com.ar>

En relación a la Tabla 3 se puede observar el potencial energético de las diversas centrales hidroeléctricas que aprovechan las aguas del río San Juan. La de Caracoles es la de mayor potencia instalada (125 MW) y la de menor, es la Olla con 44 MW. El potencial total estimado es de 349 MW.

Tabla 3. Potencial energético de las centrales hidroeléctricas

Centrales hidroeléctricas	Potencia (MW)
Quebrada de Ullum	45
La Olla	44
Punta Negra	65
Caracoles	125
Tambolar (en construcción)	70
Potencia total estimada (MW)	349

Fuente: Elaborado en base a datos obtenidos en <https://www.epsesanjuan.com.ar>

En la actualidad, debido a la sequía que atraviesa la región, los diques se encuentran operando en su cota mínima, y la proyección para el período 2022/23, de acuerdo al informe del Departamento de Hidráulica, es que no alcanzarían a completar ni el 20% del total que pueden acumular los tres diques operativos de San Juan (Caracoles, Punta Negra y Ullum). Desde 2017, la cantidad acumulada entre los tres diques viene en disminución, ya que los porcentajes de agua embalsada en relación con la capacidad máxima de los tres diques fueron: 2017-18, 92%; 2018-19, 76%; 2019-20, 63%; 2020-21, 37%; 2021-22, 24%; proyección del ciclo 2022-23, 18%.

Dicha situación afecta la generación de energía hidroeléctrica, por no lograr los mínimos requeribles para las usinas de pie de presa. A su vez, el sistema de riego de ambos oasis se ve dificultado por la escasez de caudales, debiéndose usar el agua subterránea, además de que las aguas superficiales sufren turnados alternativos en sus canales principales, y amplias y fraccionadas épocas de monda de canales.

En el ciclo hidrológico 2022-23 se produjo el mayor corte de caudal de la historia en los canales, desde el de abril al 13 de agosto de 2023. Ello para permitir cierta recuperación de los embalses, sanear los acueductos, además de contribuir a la libre circulación del agua a través de todo el sistema de riego; a través del mantenimiento y limpieza anual de todos los cauces que conforman la red de riego para poder suministrar el recurso hídrico de manera eficiente, tanto desde la operación como desde su distribución.

En la Figura 11 se puede observar la localización de los diques emplazados en el curso medio e inferior del río San Juan. Si se sigue su recorrido el primero es *Tambolar*, el cual se encuentra en ejecución; luego *Caracoles* y su embalse; aguas abajo se sitúa *Punta Negra* del que se desprende el canal Aductor (La Olla) y luego los dos canales que riegan los valles de Ullum y Zonda.

Con posterioridad, las aguas del río San Juan, una vez turbinadas continúan por el canal de Fuga hasta el

Quebrada de Ullum; aguas abajo se sitúa el dique *derivador José Ignacio de la Roza* (inaugurado en 1949), éste se fundó sobre los restos del primitivo dique nivelador La Puntilla, y en forma simultánea se erigieron el *canal Matriz*, el *dique distribuidor San Emiliano* y la *Defensa Sur*. Esta última obra cortó el tránsito superficial de la Cañada Brava y permitió organizar la ocupación y explotación del departamento Chimbas en la zona de uno de los antiguos cauces.

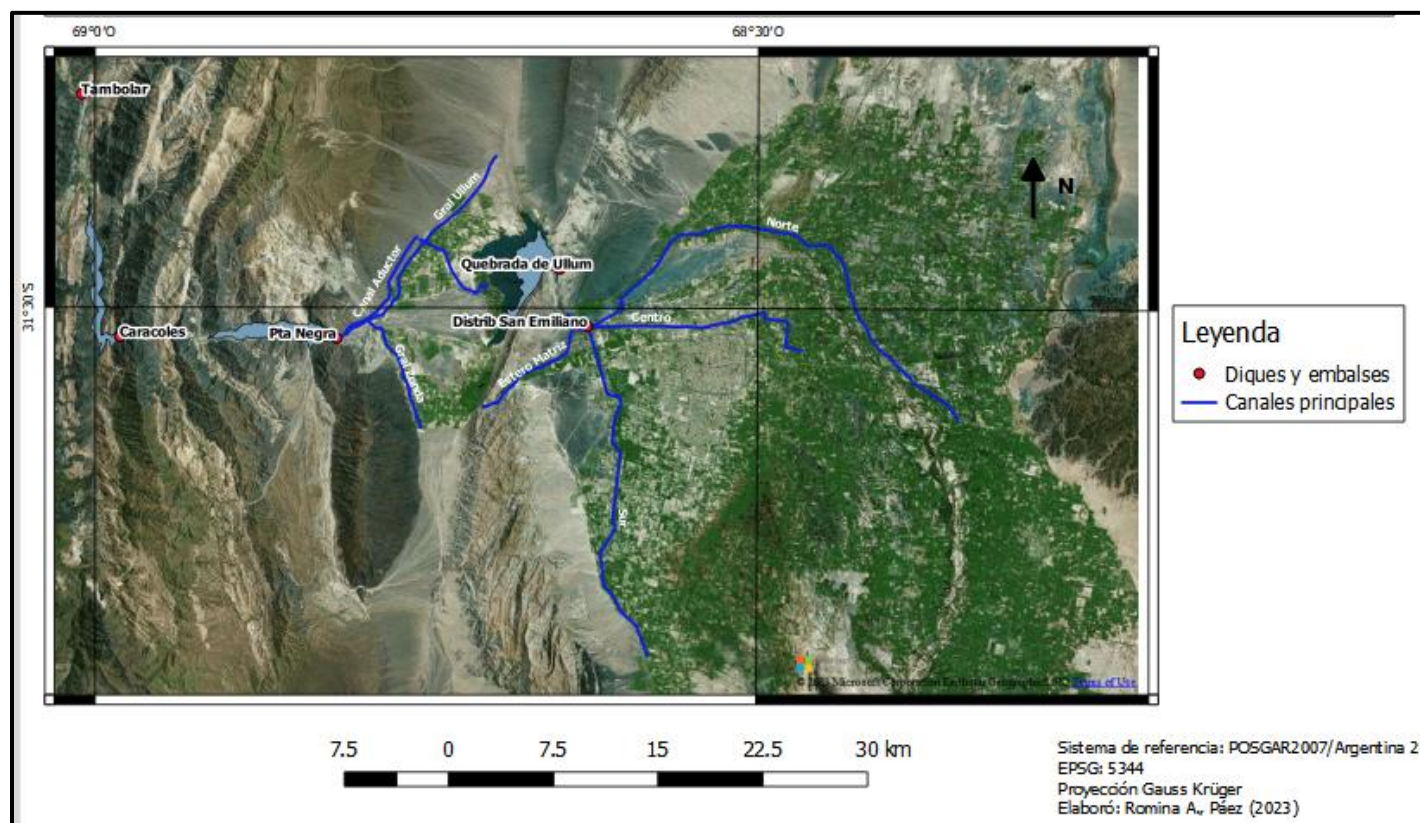


Figura 11. Localización de diques y embalses y canales principales en el río San Juan

En el dique San Emiliano se origina la red de riego del valle del Tulum con tres canales principales: *Norte o Ing. Manuel Gregorio Quiroga* (Canal Perón), del *Centro o Nazario Benavides* y *Sur o Ing. Guillermo Céspedes*. Las trazas actuales datan de mediados del siglo XX. Entre los años 1945 a 1955 se concretaron los canales del Norte y Centro, y recién en 1966, el del Sur. Los caudales que transportan estos canales principales permiten la irrigación de los departamentos Albardón, Angaco, San Martín, Caucete y 25 de Mayo (Canal del Norte); Chimbas, Rivadavia, Capital, Santa Lucia y 9 de Julio (Canal del Centro), y Rivadavia, Capital, Rawson, Pocito y Sarmiento (Canal del Sur). El valle del Tulum es el más poblado y concentra el 90% de la actividad humana y económica de la provincia de San Juan. Además de poseer, una de las longitudes de canales impermeabilizados más extensas de Sudamérica. (Figura 12)

A partir de éstos tres canales principales se desprenden en cada departamento un canal primario y de él una red de canales secundarios y terciarios todos impermeabilizados, que darán lugar a los ramos comuneros de riego que sirven a las propiedades. Éstos últimos están construidos en tierra y son los propietarios de las fincas los encargados de su mantenimiento en época de monda, de acuerdo al hectareaje que posee con derecho de

agua.

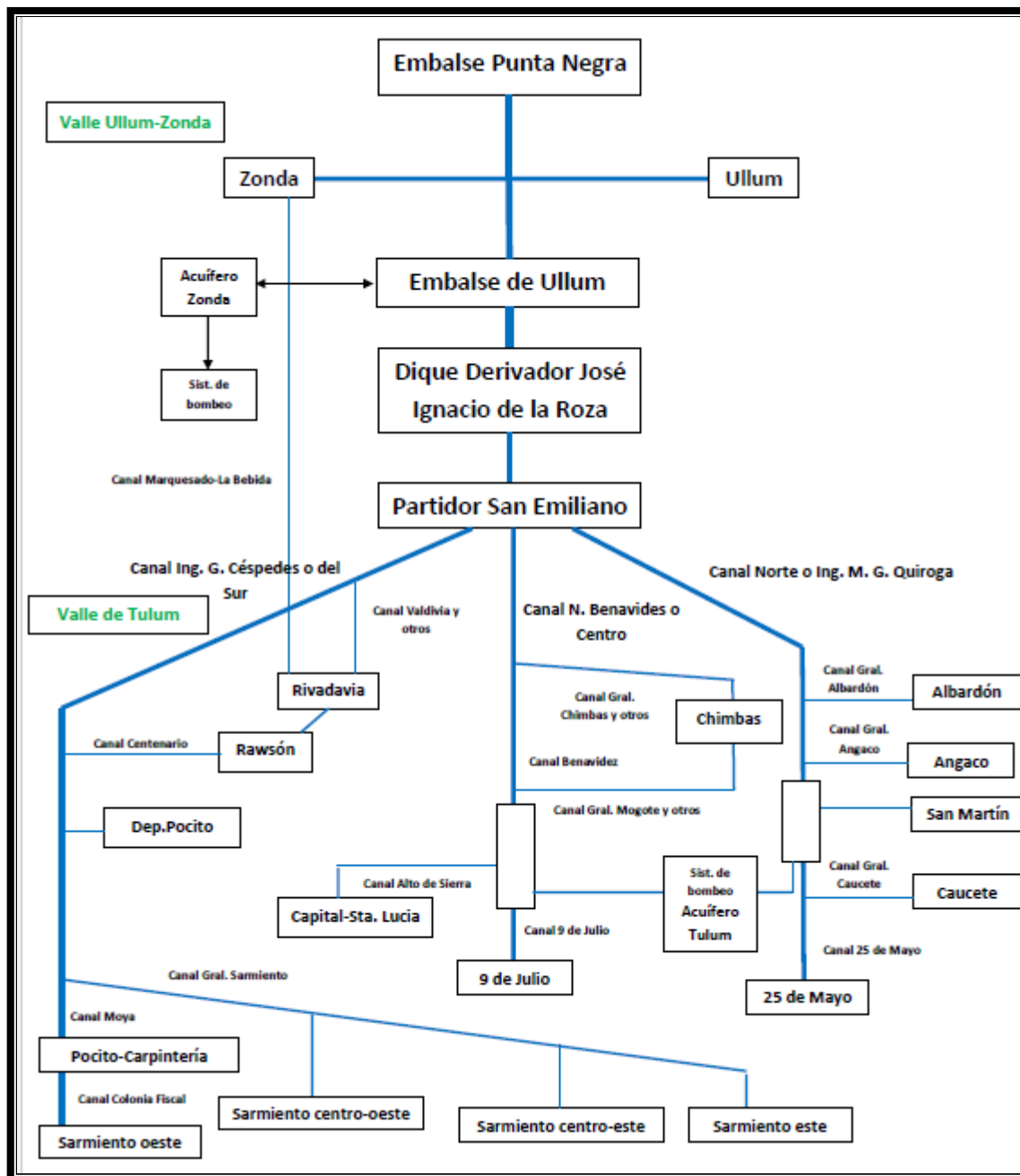


Figura 12. Sistema de riego en valles de Ullum-Zonda y del Tulum

En ambos oasis de regadío se ubican perforaciones estatales que permiten extraer agua para la zona del valle de Zonda y los excedentes van al riego de una reducida superficie del Bajo de Marquesado y La Bebida o incrementan los caudales que conducen los canales principales.

Se encuentra en ejecución el Acueducto Gran Tulum (AGT), que tiene por objeto asegurar el abastecimiento de agua potable a una población futura superior al millón de habitantes, el cual reforzaría y optimizaría el servicio en el Gran San Juan, además de abastecer a nuevas poblaciones de Zonda y Ullum, ya que la principal planta potabilizadora que tiene Obras Sanitarias Sociedad del Estado (OSSE) hasta el momento, es el establecimiento potabilizador de Marquesado, que capta del río San Juan el 45% del agua que se consume en el Gran San Juan y el 55% restante lo obtiene de perforaciones con una provisión de 1,90 m³/s. Esto se debe

a que, a partir del análisis del crecimiento futuro de la demanda, surgió la necesidad de ampliar el sistema de captación, conducción y tratamiento.

El futuro establecimiento potabilizador Punta Negra, cuya obra se localiza en margen izquierda del río en las cercanías del dique homónimo, llevará a un tratamiento de 7 m³/s.

IV. 4 Usos del recurso hídrico según el Código de Aguas de la provincia de San Juan

En 1978, mediante Ley 4392, se sanciona el Código de Aguas (CA) de la provincia de San Juan, vigente hasta la actualidad, reformado por leyes y decretos 4395/1978, 4526/1979, 6872/1998, 1479-MPI y MA/98, derogando la Ley 312, vigente desde el año 1928, la cual ya no se adaptaba a las reales necesidades del riego. La autoridad competente para su aplicación es el Departamento de Hidráulica y sus Organismos Descentralizados, Juntas Departamentales y Comisiones de Regantes, en el que las facultades normativas, jurisdiccionales y policiales serán propias de dicha autoridad administrativa.

El CA es el cuerpo legal que contiene las condiciones y características del aprovechamiento, conservación y preservación de los recursos hídricos pertenecientes al dominio público provincial, fija las pautas a seguir con respecto a las concesiones, el canon de riego, rige el manejo del agua subterránea (requisitos y condiciones de construcción de obras para utilización de la misma); regula las condiciones que deben reunir los acueductos, tomas y compartos y cómo se deben conducir, distribuir y repartir las aguas públicas; mantiene el registro de las aguas (padrón de usuarios y catastro de aguas superficiales y subterráneas), como así también la forma de aplicación de sanciones y de suspensión del servicio.

Entre las modificaciones del CA, la transcendental fue la desaparición de la clasificación entre aguas permanentes y accidentales, además de regular el uso del agua pública entre comunes y especiales.

Usos comunes: Son aquellos que no requieren autorización alguna y toda persona tiene derecho, siempre que tenga libre acceso a ellas y no utilice máquinas ni aparatos para su extracción, por ejemplo: bebida humana y de animales domésticos y ganado en tránsito, higiene humana y navegación no lucrativa. En adición, el uso común de las aguas públicas tendrá prioridad sobre cualquier uso especial.

Usos especiales: Requieren autorización por parte de la autoridad competente (Departamento de Hidráulica), a través de concesiones o permisos, contrayendo una obligación económica. Algunos ejemplos de este tipo de uso son: medicinal, recreativo, hidroenergético, minero, agrícola.

En el Artículo 31° del CA, se establecen los usos, por orden de preferencia, para el otorgamiento de concesiones, los cuales son:

- 1) Usos domésticos, municipales y abastecimiento de poblaciones; riego de calles, carreteras, paseos y arbolados públicos; del servicio público de obras sanitarias y reparticiones autárquicas nacionales y provinciales; establecimientos de enseñanza rural y agrícola, así como todo otro establecimiento de propiedad de personas jurídicas públicas.
- 2) Uso medicinal y termal

- 3) Uso recreativo
- 4) Uso industrial
- 5) Uso hidroenergético
- 6) Uso minero
- 7) Uso agrícola
- 8) Uso pecuario
- 9) Uso piscícola

En relación al **uso doméstico y municipal**, el artículo 65° sostiene que la población tendrá derecho a que se le conceda el uso de agua pública a razón de 150 litros por habitantes y por día como mínimo, que se acrecentará a 300 litros diarios si la población tuviera servicios cloacales. La concesión para el **abastecimiento de poblaciones** (artículo 69°) será permanente y a perpetuidad cuando sean otorgadas a entidades públicas y si fuesen concedidas a empresas privadas de servicios públicos o personas particulares, lo serán por un plazo no mayor de 30 años.

En el **uso recreativo**, las concesiones son a perpetuidad cuando se disponga a favor de personas jurídicas de derecho público y temporarias (5 años como máximo), cuando se adjudiquen a personas jurídicas o físicas de índole privada.

En el caso del **uso industrial**, la duración de la concesión durará mientras se ejercite la industria para la que fue otorgada.

En las concesiones para **uso hidroenergético**, cuyo fin es la prestación de un servicio público, la duración será por un plazo no mayor a 30 años, que será prorrogable una sola vez por 10 años más a pedido del concesionario, mientras que las concedidas para fines privados durarán mientras se efectúe la industria o la actividad para la que fueron otorgadas.

En los **usos mineros**, la duración de la concesión se establece en 5 años, renovable en lapsos de igual duración, mientras subsista la explotación minera.

En cuanto a los **usos agrícolas**, las concesiones para riego se otorgan a perpetuidad, pero caducan por el no uso continuado durante cinco años, siempre que la administración no fuese responsable de esa vacancia. A su vez, el código de agua limita las concesiones de aguas superficiales, dado a que en nuestros oasis la dotación de agua superficial está en función del hectareaje de la finca y del límite de capacidad de conducción de los tres canales principales -Norte, Centro y Sur-, (el máximo teórico es de 100 m³/s del canal Matriz para el sistema de riego en el valle del Tulum). No está permitido el traspaso de la dotación de agua de un canal a otro, pero si, si es de un mismo canal (cada canal tiene su propia capacidad de conducción).

Por su parte, la utilización del agua requiere de una concesión ligada a la obligación económica de pagar un canon de riego (tener la concesión), tasas retributivas de los servicios hídricos (operación y mantenimiento) y una tarifa por retribución de mejoras de servicios (obras). La concesión para riego no da a su titular ningún

derecho de dominio sobre el agua sino que otorga un derecho de uso determinado que sólo es válido para regar su propiedad.

El canon de riego se fija anualmente en la ley impositiva de la provincia y es uniforme para todo el territorio provincial y se determina por hectárea de terreno con derecho a riego. En cambio, las tasas retributivas de servicio, varían para cada departamento de la Provincia, dado que el costo de operación, mantenimiento y gestión a las que refieren, es diferente para cada jurisdicción.

También se establece, a modo de excepción para el uso agrícola, en el Artículo 128° el uso conjunto, en donde el departamento de Hidráulica, con el fin de alcanzar el objetivo legal de coeficiente unitario y riego completo, dispondrá a reforzar las dotaciones para completar los volúmenes que correspondan, sin discriminar los orígenes de los refuerzos, haciendo un uso conjunto del recurso hídrico común, no permitiéndose la sustitución de fuentes.

Por otra parte, en el artículo 61° de Obligaciones del Concesionario, se determina que deben cumplir las obligaciones legales y reglamentarias y usar el agua en forma racional y eficaz, en éste caso, hay excepciones de productores agrícolas que aún se valen del riego a manto, por verse imposibilitados de forma económica, de implementar otro tipo de riego eficiente.

En el **uso pecuario**, la concesión de aguas públicas se otorga por un plazo no mayor de 3 años y es renovable, no detallándose el plazo de dicha renovación.

En referencia al **uso piscícola**, las concesiones tienen una duración que no excederá de 10 años.

En cuanto a la fiscalización de las concesiones, en los **usos recreativos**, los encargados de establecerla es la autoridad a cuyo cargo esté el control de la actividad turística de la provincia de San Juan y los presidentes de Juntas de Riego, los concesionarios ubicados aguas abajo del lugar señalado para ubicación de la toma, así como también, la Junta Departamental y Comisión de Regantes del cauce afectado, en forma directa o por intermedio del Departamento de Hidráulica; en el **uso hidroenergético** quien controlará será la autoridad encargada del gobierno y de administración de las aguas, con la intervención y colaboración de la Empresa Provincial de Energía o del organismo que haga sus veces. En el resto de los usos no se manifiesta el ente fiscalizador.

Por lo tanto, se identifican nueve usos del recurso hídrico en el CA (Doméstico, municipal y de abastecimiento de la población; Medicinal y termal; Recreativo; Industrial; Hidroenergético; Minero; Agrícola; Pecuario y Piscícola). Existen tres usos en los cuales las concesiones de agua son a perpetuidad: **abastecimiento de la población** (mientras sean otorgadas a entidades públicas), **uso recreativo** (cuando se disponga a favor de personas jurídicas de derecho público) y **usos agrícolas**. Con respecto a la fiscalización de dichas concesiones, sólo se explicitan en dos usos, el recreativo e hidroenergético.

IV. 5 Especificación del manejo del recurso hídrico a través del tiempo

El manejo de los recursos hídricos en cuencas de montaña debe considerar diversos aspectos, tales como, la

garantía del suministro de agua para consumo humano, el manejo de la oferta hídrica para aumentar la disponibilidad de agua en el tiempo y en el espacio, la gestión de la demanda para lograr la mayor eficiencia en la utilización del agua, las interacciones sectoriales con las actividades económicas, el equilibrio de la demanda de los diferentes sectores, la preservación de la integridad de los ecosistemas que dependen del agua (caudal ecológico), etc.

En consecuencia, la variabilidad del régimen hídrico del río San Juan justifica la necesidad de efectuar un manejo eficiente del agua, con el fin de garantizar su disponibilidad, cantidad y calidad para los diferentes usos, lo que no solo involucra aspectos técnicos, sino también de gestión, en consideración con la oferta hídrica disponible.

Se especifica de acuerdo al Programa de Servicios Agrícolas Provinciales (PROSAP) cómo ha sido y es el manejo del recurso hídrico, para lo cual se estableció períodos de tiempo desde cuando se tienen los primeros antecedentes:

➤ ***Antes de 1562:***

Antes de la fundación de la Ciudad de San Juan de la Frontera (13 de junio de 1562, por parte del Capitán Juan Jufre), en lo que hoy es la localidad de Concepción, en el departamento de Capital, los primeros habitantes del área de estudio, pertenecían a la comunidad aborígen de los Huarpes (desde el 1200 d.C). Los Huarpes se asentaron en el valle del Tulum, sus serranías y lagunas de Guanacache, con el desarrollo del cultivo de la quínoa, maíz, poroto y zapallo, para tal fin trazaron y construyeron acequias para transportar el agua de las lagunas y arroyos, en donde los esteros de Zonda fueron muy aprovechados para el regadío. Además de implementar el riego a manto, en donde se inundaba un predio a partir de una acequia proveedora.

Constituyeron grupos que se extendían por el valle del Tulum, en donde cada uno de ellos poseía un territorio para su asentamiento y producción agrícola, entre éstos territorios desarrollaron una red de canales y acequias de tierra, que se interconectaban para el regadío de sus cultivos, con el aprovechamiento de la topografía y las pendientes naturales para encauzar el agua.

Alrededor de 1440, los Incas llegaron al territorio cuyano y la comunidad Huarpe fue dominada. Los Incas tenían un desarrollo técnico superior en materia hídrica, por lo que mejoraron la infraestructura hidráulica y el aprovechamiento del agua existente, como lo fue mediante el revestimiento de canales con piedras.

En 1530, los Incas abandonaron la dominación en Cuyo, porque los españoles conquistaron la capital de su imperio en Cuzco (Perú), dando lugar a una nueva etapa.

➤ ***Período 1563-1809:***

Ambas poblaciones indígenas dejaron en la zona de fundación de San Juan una infraestructura hidráulica de acequias y canales, que los españoles aprovecharon para cultivar y lograr aprovisionarse de alimentos. Las tierras en donde se emplazó San Juan de la Frontera, en éste entonces, eran regadas mediante el arroyo Estero de Zonda y no con las aguas del río San Juan.

En 1593, se produce una crecida que arrasa con las precarias viviendas de los primeros habitantes españoles,

motivo por el cual el Capitán Luis Jufre y Meneses, corregidor de Cuyo e hijo del fundador de San Juan, cambia la ciudad de lugar, a 25 cuadras al Sur de su lugar de fundación. Recién a partir del siglo XX, se comienzan a utilizar en la zona fundacional las aguas del río San Juan para riego.

Desde la época de la colonia, hasta principios del siglo XX, el objetivo principal de los distintos gobiernos fue controlar las crecientes del río San Juan, mediante precarias defensas. Durante ésta etapa, la agricultura se sustentó por medio de relaciones asociativas para hacer posible el riego artificial de las tierras.

La mantención de las acequias era realizada por los Huarpes, fue así que los españoles y sus descendientes se convirtieron en agricultores, con el aprovechamiento de las tierras fértiles, el agua y de los aborígenes, introduciéndose el trigo, la cebada, los frutales, el olivo y la vid, éste último celosamente cultivado, dado a que afectaba la importación desde España. Sin embargo, San Juan producía vinos en pequeñas cantidades para consumo interno y aguardiente y fruta seca para Chile, Buenos Aires, Córdoba, Tucumán y el Litoral.

En éste momento, por el fondo de las viviendas corría una acequia que proveía de agua a las familias, en donde era común ver dos tinajas, una para aclarar el agua de consumo propio y otra para el baño.

La asociación y unión entre los vecinos fue lo que permitió el riego de las tierras. Los regantes se encargaban de la limpieza de los canales, la mantención de las defensas de tomas y el cuidado de los desagües. El Cabildo, por su parte, que representaba el poder español, era el dueño de las aguas.

➤ **Período 1810-1850:**

Para entonces San Juan era una pequeña ciudad, atravesada por acequias que servían para riego y uso doméstico. Luego de la Revolución de Mayo (1810), la provincia termina con el dominio español, pero el Cabildo local seguía como centro y lugar de poder, dicha institución, que ahora era la sede de un gobierno independiente y local, continuaba tutelando la vida diaria de los habitantes en cuanto a comercio, justicia, infraestructura, salud y uso del agua.

En 1821 desaparece el Cabildo como institución, no obstante, se continuó con la tradición española, en donde el recurso hídrico era un bien público y el gobierno local era el dueño, pero no podía garantizar, ni administrar, ni realizar las obras necesarias para dotar de agua a los habitantes, no existía un reglamento de distribución y no había un cuerpo legal que manifieste que el agua era un bien público, de modo que, todo lo que se realizaba en materia de riego era producto de la iniciativa de personas pudientes, que tenían colaboración del gobierno de turno.

En el año 1825, el gobernador Dr. Salvador María del Carril crea la **Policía de Aguas**, dirigida por un jefe que debía obligar a los propietarios a mantener los desagües limpios y plantar alamedas en los frentes de las propiedades. Dicho gobernador, a su vez, establece decretos asociados a: Normas sobre la conservación de puentes y canales de riego; Contribución económica para obras públicas de riego por parte del usuario; Régimen de multas, cuyo valor de la contribución económica se establecía en relación a la cantidad de agua que ocupaba cada finca.

El Estado Provincial, por lo tanto, sólo autorizaba algunas obras y eran los propietarios en forma privada y asociativa los que se encargaban de abrir acequias y ramos, que desconocían a las autoridades públicas.

En 1834 se produce nuevamente otra crecida del río San Juan, inundando a la ciudad, dado a que el río se desvió por un antiguo cauce llamado “Cañada Brava”, por lo que el entonces gobernador José Yanzón ordena la construcción del dique San Emiliano como obra de defensa para la ciudad, que comienza a construirse en 1834 y se concluye en 1850 con el gobierno del Gral. Benavides.

Hasta 1850 la provincia de San Juan carecía de una división político-administrativa, pero había distritos agrícolas, en el que los vecinos-regantes acordaban entre ellos representantes que se encargaban de resolver los conflictos por el agua, es decir que se elegían autoridades de riego, llamadas “**Comisiones Departamentales**”, integradas por tres vecinos pudientes, que a veces integraban el gobierno local. De modo que, hasta ese entonces, el manejo del agua estuvo en manos de los regantes-propietarios quienes dictaban según la zona sus propios reglamentos, y en el que el gobierno tenía poco poder sobre ellos, además de no haber un ente específico que inspeccionara el manejo del agua que se llevaba a cabo en dichos distritos.

El cultivo dominante era la alfalfa y la cebada, destinados al engorde del ganado que venía de La Pampa, para ser llevado a Chile, también se cultivaba trigo, frutales, olivo y vid.

➤ **Período 1851-1907:**

Se establece una nueva etapa para el manejo del agua, en la que se discute quién se encarga de la administración del riego, si el Estado provincial o las organizaciones de regantes de los distritos, fue así que en 1851 se comienza con la administración mixta en la gestión del riego, que conforma la base del marco legal actual.

Durante la gobernación de Benavidez, en 1851, se promulga el primer cuerpo legal del país sobre riego, el “**Reglamento de Irrigación y Agricultura**”, y se crea la primera repartición pública encargada de la irrigación, la “**Inspección General del Agua**”, el primer antecedente como ente público institucional del Departamento de Hidráulica, cuya denominación transicionó a lo largo del siglo XIX y XX. La función principal de ésta inspección fue la de controlar a las Comisiones Departamentales y estaba a cargo de un Inspector General, nombrado por el gobernador.

En 1851 también se promulga la “**Ley de Irrigación**”, que permitió que la provincia de San Juan se dividiera en ocho departamentos o secciones territoriales agrícolas, para mejorar el arreglo de la irrigación y el acrecentamiento de la agricultura, a las que se fueron sumando otras secciones. Dicha ley dio lugar a que la Comisión Departamental de cada localidad dictara su propio reglamento de riego, que tenía fuerza de ley en esa jurisdicción. Entre las obligaciones de las Comisiones de Regantes se encuentran:

- Trazado y dirección de las calles, canales y desagües públicos y privados
- Redacción de un reglamento de distribución del agua, que tenía fuerza de ley
- Recaudación de un canon de riego
- Velar por el buen aprovechamiento y economía del agua
- Encargarse de penar a los infractores y mediar en los conflictos, y

- Contratar a los celadores del agua, cuyo pago de sueldo estaba a cargo de la comisión

En 1858 se sanciona una **nueva Ley de Riego**, bajo la misma denominación, que respeta el esquema de la Ley de 1851, en donde la estructura organizativa de las Comisiones Departamentales continuaba vigente, pero se reafirma que el agua de los ríos y arroyos son de propiedad pública, y que las concesiones de agua serían otorgadas por el Estado provincial y no por las Comisiones Departamentales. Ahora, la entidad pública se denomina “**Inspección General de Agricultura**” y seguía a cargo de un Inspector General, nombrado por el poder ejecutivo al que se le otorga una oficina pública, que cuenta con presupuesto provincial, secretario y escribanos, con el servicio de los empleados judiciales y policiales.

Esta entidad, a diferencia de la anterior, tuvo a su cargo funciones técnicas, como la economía y distribución de las aguas, construcción de puentes, canales, tomas, caminos y eliminación de ciénagas y pantanos. Por su parte, las Comisiones Departamentales, sólo se encargaban de la recaudación para el pago de los celadores y algunas obras menores, es decir que éstas últimas fueron perdiendo funciones.

La Ley de 1858 fue considerada como **Ley General de Aguas** hasta 1928, pero tuvo modificaciones a través de otras leyes y ordenanzas complementarias. En 1866, el gobernador Camilo Rojo promulga una ley en la que el agua no era un bien público, sino que le pertenecía al dueño del terreno regado, lo que se contradecía con lo que postulaba la Ley de 1858, en donde se explicitaba que el agua era un bien de uso público, otorgada a través de concesiones, fue así que aquella ley quedó fuera de vigencia en 1869.

En 1869, el gobernador José María del Carril promulga una nueva ley, que reemplaza a las Comisiones Departamentales por “**Juntas de Irrigación**”, la cual se conformaría por tres integrantes y su presidente sería un subdelegado elegido por el gobierno, cuya innovación dura hasta 1872, en dicho año, durante el gobierno de Valentín Videla, las Juntas de Irrigación dejaron de presidirse por un subdelegado del gobierno, retornándose a la forma de antes, es decir todos regantes, pero cada departamento tenía un subdelegado que debía prestar cooperación a la Junta de Irrigación, en la que los fondos que recaudaba la Junta se destinaban a la caja municipal que administraba el subdelegado, de modo que los regantes perdieron el control monetario. En adición, a partir de 1870, comienzan a arribar inmigrantes a la provincia de San Juan, en su mayoría españoles e italianos, en donde se inclinan hacia la actividad vitivinícola, perdiéndose el cultivo de la alfalfa para engorde del ganado con destino a Chile. Por lo tanto, el cultivo de la vid y su elaboración industrial, la llegada del ferrocarril en 1885 y los inmigrantes impulsaron la economía provincial, lo que derivó en la lucha por el poder sobre el agua de riego, ya que la llegada de los inmigrantes y la necesidad de incorporar nuevas tierras para el cultivo de la vid generaron conflictos sanguinarios por el agua entre los nuevos y antiguos regantes (dueños de fincas, descendientes de las principales familias colonizadoras y criollas). Los viejos regantes exigían que el Estado y las comisiones salvaguardaran los derechos de riego adquiridos y no pusieran en riesgo las concesiones ya otorgadas, pero a su vez, los inmigrantes pedían agua para poder colonizar tierras a través del cultivo de la vid.

Como consecuencia, en 1892, en el gobierno de Alejandro Albarracín, se dicta un decreto en el que una de sus disposiciones consistía en la entrega de concesión de agua accidental a un solicitante, siempre que se haya

completado la dotación de las concesiones permanentes y quedara remanente de agua para repartir. Es decir que, se llevó a cabo la distinción entre derechos de aguas permanentes (derecho a toda concesión al uso continuado de agua para riego) y accidentales (derecho al uso de excedente de agua que quedare después de cubiertos los aprovechamientos de carácter permanente).

En 1894 se sanciona una **nueva Ley de Riego**, que dio origen al **primer padrón oficial de regantes**, en el que los propietarios, cuyas concesiones estuvieran registradas hasta ese año tendrían agua permanente, de modo que, las concesiones que vendrían después de 1894 serían accidentales, por lo que las clases dominantes se aseguraban el agua, con el perjuicio de los nuevos inmigrantes.

Por ende, en primer lugar se respetaban las concesiones permanentes y los remanentes se daban en concesión accidental. Ésta situación trajo inconvenientes y abusos, dado a que resultaba difícil aforar el río y distinguir una concesión de otra, es así que el regante con agua permanente se aseguraba el riego por estar registrado en el padrón de 1894, pero a medida que aumentaba el cultivo de la vid, éste problema se agravaba, porque era ilógico darle al productor de vid una concesión accidental, cuando era un cultivo perenne.

Durante el gobierno de Manuel Godoy (1905-1907), se hizo cada vez más evidente la incapacidad para resolver los problemas relacionados al riego, en conjunción con las crecidas del río San Juan que provocaron la ruptura del dique Nivelador La Puntilla, con la afectación de los departamentos del Sur, dado que para reparar el dique se debía desviar el agua hacia la margen izquierda, perjudicándose la producción de vid, todo ello llevó a que los grandes propietarios y bodegueros organizaran la “**Revolución del Agua**”, y el 7 de febrero de 1907 se produjo el derrocamiento del gobernador, quien es reemplazado por el Coronel Carlos Sarmiento. Por lo tanto, desde 1851 hasta 1907, los regantes, a través de sus organizaciones (Comisiones Departamentales) participaron junto a los diferentes gobiernos provinciales en el manejo del agua de riego, en cuanto a su distribución, recaudación de fondos, régimen de sanciones y realización de obra menores (tomas, compuertas, canales y desagües), pero en los departamentos o secciones agrícolas, en las elecciones de los representantes de las Comisiones, habían fraudes y los grandes propietarios se perpetuaban en el poder originándose peleas con armas blancas y rifles de por medio.

➤ **Período 1908-1927:**

La provincia de San Juan comienza a incorporar nuevas tierras para incentivar la colonización agrícola y se realizan obras de defensa por las reiteradas crecidas del río San Juan. Los gobiernos provinciales incentivaban la inmigración con el fin de impulsar el monocultivo de la vid y su elaboración industrial. No obstante, se mantenían las concesiones permanentes y accidentales.

Se comienza a manifestar la tendencia a formalizar la participación de los poderes locales, en concordancia con los principios de la Constitución Provincial de 1878, en especial con los Artículos 149°, en donde se explicita que los poderes que dicha Constitución confiere a los Municipios no será limitado por autoridad alguna del Estado, y el Artículo 150°, que establece que los Municipios tendrán el poder de reglamentar y administrar lo referido al ornato, higiene, moralidad, beneficencia, irrigación y vialidad, dentro de su departamento, es así que, la Constitución provincial, por medio de éstos dos artículos, dio el poder total de los

municipios en materia de riego.

En 1908, se dicta la **Ley Orgánica del Régimen Municipal** y San Juan queda dividido en 18 departamentos, que copian el ámbito geográfico de la red de riego y de las Comisiones Departamentales. Sin embargo, la administración del agua de riego resultó afectada ya que se anularon las Comisiones Departamentales (organismo que manejaba el riego, conducido por regantes-propietarios acaudalados), y fueron reemplazadas por las municipalidades, con un intendente y un Consejo Deliberativo, es decir que con la Ley Municipal desaparecieron los organismos específicos de riego, que eran la tradición desde la época de la colonia, y los Municipios pasaron a tener el poder de administrar y reglamentar el riego, de modo que, la administración del agua realizada por los municipios desvaneció la estrecha relación entre los regantes y las entidades de gobierno, que habían construido una gestión mixta para administrar el riego.

La entidad central ahora es **el Departamento de Obras Públicas** y quedaba dividido en las siguientes secciones: Hidráulica e Irrigación; Topografía y Construcción de Puentes y Caminos. Dicha entidad pública y las municipalidades, en cuanto al manejo del riego llegaron a enfrentarse, lo que derivó en situaciones incoherentes y descoordinadas; Los municipios no se atenían a lo que disponía la Ley de Riego o el Departamentos de Obras Públicas, amparándose con el Art. 149° de la Constitución Provincial de 1878.

Fue así que los intendentes cobraban el canon de riego y multas, manejaban los canales departamentales y disponían de los sobrantes de aguas, dando nuevas concesiones de agua permanente o accidental sin consultar al Departamento de Obras Públicas, con la consecuente alteración del padrón de 1894, por lo que comienza un período de corrupción en el manejo del agua, en el que los caudillos departamentales y sus camarillas tenían el poder sobre ésta. En éste sentido, en épocas de escasez hídrica, las autoridades de las municipalidades, encabezadas por el intendente y acompañados de escribanos e ingenieros, se trasladaban al dique partidario San Emiliano para controlar las dotaciones de agua que entregaba el Departamento de Obras Públicas a los distintos departamentos.

En 1920, en el gobierno de Amable Jones, se dictó una **nueva ley de riego** que permitió la realización de un nuevo empadronamiento en base al vigente de 1894. Ésta ley se da en el contexto de la llegada de una importante cantidad de inmigrantes agricultores a San Juan durante las dos primeras décadas del siglo XX, que vinieron con el fin de adquirir una porción de tierra para cultivar y asentarse, valiéndose de la desecación de humedales y ciénagas.

Se establece el diseño y la ejecución de obras necesarias para el aprovechamiento de las aguas de las ciénagas de Trinidad y Pocito (parte de la zona de Médano de Oro), para el riego de los terrenos desecados en esos sectores y en el departamento de Sarmiento. Entre las obras se encuentran la construcción de canales y desagües, la ampliación de los existentes y la ejecución de las obras necesarias para la desecación de terrenos, con particularidad en el sudeste de San Juan.

Por lo tanto, la administración del agua realizada por los municipios desvaneció la gestión mixta de riego que habían llevado a cabo los regantes con las entidades del gobierno.

➤ **Período 1928-1941:**

Durante el gobierno de Aldo Cantoni se dicta una nueva Constitución Provincial (1927), y a partir de allí, todas las decisiones, hasta la posibilidad de acceder a un derecho de agua, dependían del Departamento de Obras Públicas y del Gobernador.

En la Constitución de 1927, en relación al manejo del agua de riego, se quita a los municipios las atribuciones que tenían y muchas fueron intervenidas. Con la nueva Constitución, en 1928, se promulga la **Ley de Riego N°312** que expresa la tendencia hacia la centralización y fortalecimiento del Poder Ejecutivo en la gestión del riego, en desmedro de los municipios, además con la misma, se mantiene la diferenciación entre derecho de agua para riego permanente y accidental.

Entre los artículos se destacan el Art. 78°, que ordena la ejecución de un nuevo padrón oficial de regantes, en el que todas las concesiones que figuraban empadronadas hasta 1894 serían permanentes, mientras que el resto accidentales, en relación a ello, el gobernador podía disponer de los sobrantes del río y desagües para dar concesiones accidentales, y ante un período de sequía, y cuando el aforo hecho a los ríos, el agua no alcanzare a cubrir los aprovechamientos permanentes, el Departamento General de Obras Públicas la distribuiría por turnos. También se destaca el Art. 106°, que establece que el Departamento de Obras Públicas mandará a aforar diariamente las aguas e informará mensualmente al Poder Ejecutivo, cuando del informe resulte que el agua no alcanza para cubrir todas las concesiones, dicho poder decretará la cesación parcial o total de las concesiones accidentales, durante los períodos de sequía, en el caso de cesación parcial, se respetarán con preferencia los cultivos de carácter permanente. En el Art. 113° se establecía que la dotación de agua podía ser diferencial, según tipo de suelo, clima y cultivo.

La participación de las Comisiones Departamentales de Regantes, que habían tenido un rol protagónico hasta 1908, con la Ley 312, continuaron sin injerencia en la administración de las aguas, dicha Ley se mantuvo con algunas modificaciones hasta 1978.

El **Departamento General de Obras Públicas** es la entidad del gobierno que administra el riego y se encarga de inspeccionar, diseñar y dirigir aspectos técnicos, tales como: El otorgamiento y trazado de nuevos acueductos y desagües, siempre y cuando el poder ejecutivo lo autorizara; La suspensión del agua por monda, reparación o derrumbe de canales y desagües.

En éste entonces, los conflictos entre regantes se arreglaban ante los jueces ordinarios y de paz.

En relación a la red de canales y desagües, se intensificaron los trabajos de prolongación y construcción de puentes y compuertas, y en 1936 se realiza la prolongación de las defensas del dique San Emiliano.

➤ **Período 1942-actualidad:**

En 1942, durante el gobierno del binomio Valenzuela-Videla, se promulga la **Ley N°886 (actual ley 13-A)**, vigente hasta la actualidad, mediante la cual se crea el **Departamento de Hidráulica (DH)**, entidad que tendrá a cargo el gobierno, administración y policía de las aguas en el territorio de la provincia de San Juan. En la actualidad, el DH depende del Ministerio de Obras y Servicios Públicos a través de la Secretaría de Agua y Energía.

Con dicha Ley se ordena la administración del riego de la provincia, con la participación de los regantes a través de sus organizaciones, dividiéndose al territorio sanjuanino en tres Zonas de Riego (Figura 13), tal como lo que expresa su Art. 10°, y que están comprendidas por los siguientes departamentos:

- **Primera Zona:** Capital, Chimbas, 9 de Julio, Rawson, Pocito, Santa Lucía, Sarmiento, Rivadavia y Zonda.
- **Segunda Zona:** Ullum, Albardón, Angaco, San Martín, Caucete y 25 de Mayo.
- **Tercera Zona:** Calingasta, Iglesia, Jáchal y Valle Fértil.

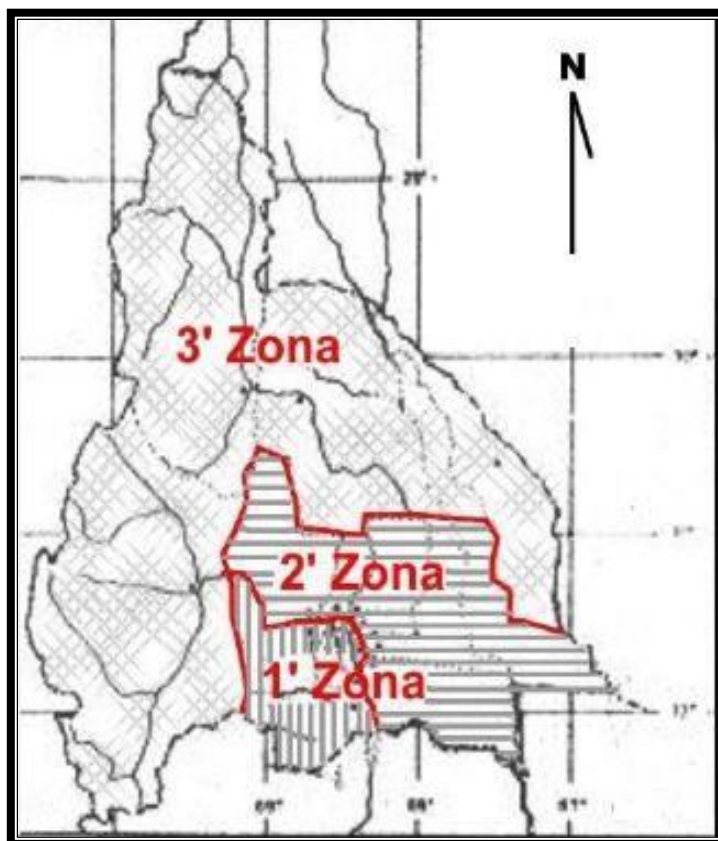


Figura 13. Zonas de Riego de la provincia de San Juan
Fuente: González Martín (2017)

De acuerdo a la Figura 13, las Zonas de Riego 1 y 2 se han dividido en función del curso inferior del río San Juan. La Zona de Riego 1 se desarrolla en su margen derecha, mientras que la 2 comprende margen izquierda, por lo que abarcan los oasis de Ullum-Zonda y del Tulum. La Zona de Riego 3 comprende los departamentos alejados y contiene la cuenca alta del San Juan, las cuencas del Jáchal, Huaco y Gualcamayo, y las del Valle Fértil, dichos sistemas son los más vulnerables a las condiciones naturales. De modo que las Zonas de Riego alcanzan diversos departamentos y superficies, donde la irrigación y zonas de cultivos manifiestan importantes diferencias por la cantidad y calidad de sus recursos. (González Martín, 2017)

Por lo tanto, se retoma la tradición institucional-legal tenida hasta 1908, la que aseguraba la participación de los regantes a través de sus organizaciones, dado a que si bien el DH es un ente autárquico conducido por un órgano colegiado (El Consejo), está formado por representantes del Estado y regantes, es decir que éstos últimos son parte del organismo y pueden tomar decisiones a través de representante electos.

De ésta manera, el Gobierno del Departamento de Hidráulica está a cargo de un **Consejo**, de una **Dirección General** y de los organismos descentralizados que se establecen por esta ley, éstos son **las Juntas Departamentales (JD)** y las **Comisiones de Regantes (CR)**, en el que las autoridades civiles, policiales y municipales, están obligadas a prestar al DH su colaboración y auxilio, con el fin del cumplimiento de sus resoluciones. Sin embargo, el Art. 39° sostiene que le corresponde a la Dirección General de Hidráulica conocer y decidir en todas las cuestiones administrativas relativas al uso y aprovechamiento del agua, que se susciten.

Por otra parte, en 1946, se promulga la **ley provincial N°1009** mediante la cual se impermeabilizan los canales principales de la provincia de San Juan, en un plazo de 10 años.

En 1966, durante la primera gobernación de Leopoldo Bravo, se crea la **Comisión Técnica de Obras Públicas** de la que surgió la planificación para el *“Aprovechamiento del Río San Juan”*, como consecuencia de los bajos caudales de los ríos San Juan y Jáchal, el cual consistía en la construcción de embalses, lo que dio lugar a una nueva etapa en el manejo del agua, ya que los mismos permitieron acopiar agua y así disponer del recurso para afrontar las temporadas de bajos caudales, con el consecuente abastecimiento de los diversos sectores, además de permitir ampliar la superficie bajo riego y a su vez generar electricidad, y en algunos casos, convertirse en atractivos turísticos y de servir para la práctica de deportes acuáticos. Fue así que a comienzos de los '70, se comienza a trabajar en la construcción del primer dique sobre la cuenca del río San Juan, el Embalse Quebrada de Ullum, inaugurado en 1980, bajo el gobierno de facto de Ángel Vicente Zamboni.

Durante la gestión de Eloy Camus (1973-1976) se gestiona, aprueba y comienza a ejecutarse un préstamo del Banco Interamericano de Desarrollo –BID- (a fines de 1975), cuyos fondos se destinaron a la impermeabilización de canales, al sistema de drenaje y otras obras hidráulicas en el valle del Tulum.

En 1978, mediante la **Ley 4392, se promulga el Código de Aguas**, bajo el gobierno de facto del Capitán Alberto Lombardi. En él se establecen los usos del agua pública; Los procedimientos y requisitos para solicitar un permiso o concesión de uso y su orden de preferencia; Los derechos y obligaciones de los concesionarios; Dispone las condiciones que deben tener los acueductos, tomas y compartos, y como se deben conducir, distribuir y repartir las aguas públicas; Indica los requisitos y condiciones de construcción de obras para la utilización de aguas subterráneas; El modo de registro de las aguas (padrón de usuarios y catastro de aguas superficiales y subterráneas); La forma de aplicación de sanciones y de suspensión del servicio. Como consecuencia, la **Ley N°312** queda sin vigencia, la cual estuvo vigente desde 1928, dado a que ya no se adaptaba a las necesidades del riego, además de quitarse la clasificación entre aguas permanentes y accidentales, y de reglamentarse el uso del agua pública entre comunes y especiales.

Por lo tanto, el **Código de Aguas** y la **Ley N°886**, mediante la cual se crea el **Departamento de Hidráulica**, son complementarias, vigentes, y constituyen la base con la que se rige el manejo del agua en la provincia de San Juan.

En 1982, Obras Sanitarias de la Nación transfirió los servicios a Obras Sanitarias Sociedad del Estado (OSSE)

de la provincia de San Juan, para comenzar a hacerse cargo de la administración, distribución y control de los servicios de agua potable y desagües cloacales e industriales y saneamiento básico de los aglomerados urbanos y comunidades rurales de la provincia de San Juan, así como la explotación, alumbramiento y utilización de de las aguas subterráneas destinadas a tal fin.

En 1986 la Constitución provincial se reforma, y en el capítulo económico y del fomento de la explotación de los recursos naturales se incluye cuatro artículos que guardan relación con el uso y distribución del agua de riego. En el Art. 117º, se establece que corresponde a la Provincia reglar el uso y aprovechamiento de todas las aguas del dominio público existente en su territorio, y que la misma puede conceder en la forma que determine la ley, el uso de las aguas para la agricultura y otros fines especiales, tales concesiones no podrán limitar el derecho de la Provincia a usar esas aguas para sus fines de interés general (...); Por su parte, en el Art. 118º, se indica que todos los asuntos que se refieran al uso de las aguas públicas, superficiales o subterráneas, está a cargo del Estado Provincial en la forma que determine la ley”; En el Art. 119º: “(...) las concesiones de agua serán otorgadas en la forma que determine la ley (...)”; Y en el Art. 120º se establece que las obras fundamentales de aprovechamiento de aguas y su distribución mediante canales, deben ser dispuestos por ley.

Es decir que, a través de éstos artículos se reafirma el rol que asume el poder ejecutivo provincial en cuanto al aprovechamiento de todas las aguas de dominio público de su territorio; el poder de conceder en la forma que determine la ley el uso de las aguas, en donde no se limita el derecho de la provincia a usarlas para sus fines de interés general. Además de establecerse que las concesiones de agua serán otorgadas de acuerdo a lo que determine la ley, como así también lo serán las obras fundamentales de aprovechamiento de aguas y su distribución.

En los '90, aguas arriba del dique de Ullum, se pone en marcha la construcción simultánea de dos proyectos hidroeléctricos, Caracoles y Punta Negra, al poco tiempo las obras quedaron paralizadas y recién se reanudan en la década siguiente.

En 2004 se comienzan a efectuar investigaciones en torno al recurso hídrico en la provincia, creándose el programa académico y científico “*Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas, Ingeniería Hidráulica y Ambiental*”, con sede en el Departamento de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan. En la actualidad, trabajan en conjunto con el **Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación para la Gestión Integral del Agua en el Árido (CeGIAA)** en el proyecto “*Propuesta de manejo integral del recurso hídrico en la región árida aplicando nuevas tecnologías: Experiencia piloto en la cuenca del río San Juan*”, en donde se sostiene que se aportará a la elaboración de un balance hídrico de la cuenca del río San Juan, con la incorporación de nuevas tecnologías y la integración de información existente en las instituciones participantes: INTA, INA, UNSJ y CONAE; Además de pretender conocer la dinámica hídrica de la cuenca, con el establecimiento de que es una condición necesaria para una gestión sistémica que considere la protección del recurso y de los ecosistemas asociados.

En 2008, durante el mandato de José Luis Gioja, se inaugura el segundo dique sobre el río San Juan, Caracoles.

En el mismo año se crea el *Consejo Provincial para el Control de Embalses y Seguridad de Presas (CoCESP)*, cuyo fin es determinar las cotas mínimas que deben mantener los diques para garantizar su correcto funcionamiento en épocas de escasez hídrica, como así también garantizar las medidas de seguridad.

En 2015, se crea la **Secretaría de Agua y Energía de la Provincia de San Juan**, como órgano coordinador del recurso hídrico, bajo la órbita del Ministerio de Obras y Servicios Públicos, cuya misión consiste en mejorar el manejo del agua mediante la coordinación de acciones entre los diversos organismos que tienen que ver con dicho recurso a nivel provincial, en lo que se refiere a su gestión, solución o minimización de conflictos y en la planificación hidrológica provincial a través de políticas, planes, programas y proyectos ejecutables en el ámbito local.

El 28 de diciembre de 2021 se crea la *Mesa del Agua (Mesa Permanente de la Gestión Integrada del Agua)*, para que sea parte asesora de la gestión del agua de la provincia de San Juan. A partir de ella comienza el abordaje por cuencas hidrográficas como unidad básica de gestión del gobierno provincial, para favorecer la coordinación entre los diversos actores en la adopción de políticas y de programas, además de disponer de mecanismos estables de coordinación y de un centro o autoridad de cuenca permanente. Su objetivo es aportar una mirada transdisciplinaria para pensar herramientas de implementación en el marco de la actual sequía de la Provincia.

La visión de la Mesa del Agua se basa en la Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH). Es así que los lineamientos de la Mesa son: *Planificación hidrológica; Manejo Integrado de cuencas y balances hídricos; Agua, ambiente y territorios; Derecho humano al agua; Agua, productividad y políticas públicas; Participación de los usuarios; Fortalecimiento institucional del Departamento de Hidráulica y Agua, Ciencia y Educación.*

En 2022, se inaugura en el departamento de Pocito, de la provincia de San Juan, el ***Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación para la Gestión Integral del Agua en el Árido (CeGIAA)***, en el que la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), junto al INTA Regional San Juan y Mendoza, el Centro Regional Andino del Instituto Nacional del Agua (INA) y la Universidad Nacional de San Juan (UNSJ), la Secretaría de Ciencia y Tecnología de San Juan, la Mesa del Agua y el Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Nación, articulados con el gobierno provincial, trabajarían de forma conjunta en la mejora de la gestión, maximización de la eficiencia y el aseguramiento de la sostenibilidad de los recursos hídricos a nivel de cuenca en el entorno socio-productivo de San Juan y la región para paliar la crisis hídrica. Los objetivos del CeGIAA son:

- ✓ Generar conocimiento a nivel de cuenca sobre el origen y uso del agua en el árido para la planificación del manejo multipropósito de dicho recurso.
- ✓ Desarrollar tecnologías tendientes a la solución de problemáticas relacionadas con los diferentes usos de los recursos hídricos en el árido.
- ✓ Desarrollar sistemas de apoyo a la toma de decisiones de manejo del recurso hídrico basados en inteligencia artificial y tecnologías de control automático, que tiendan a alcanzar la optimización del uso del agua en

cuencas hidrológicas del árido.

- ✓ Contribuir a la formación especializada de capital humano en la temática hídrica, con un enfoque interdisciplinario y vinculando a las problemáticas de la región.

Otras de las medidas que se ha aplicado a través del tiempo, en contexto de eventos hídricos extremos en la provincia de San Juan, consiste en la aplicación de la **Ley de Emergencia Hídrica**, en el que se establece que su fin es proteger el recurso y administrarlo en forma sustentable en épocas de escasez. Dicha norma faculta al Poder Ejecutivo a celebrar con el Estado Nacional convenios de asistencia financiera para realizar acciones y obras de refuerzo, mantenimiento y conservación, tendientes a la prevención de los daños e impactos negativos que pudieran ocurrir por la escasez de recursos hídricos en la provincia.

La primera Ley de Emergencia Hídrica data del *15 de octubre de 1987* (Ley Provincial N°5787), en donde se autoriza al Poder Ejecutivo a poner en ejecución el **Programa de Prevención de Catástrofe Hídrica**, relacionado con trabajos de defensa, mantenimiento, conservación y demás obras tendientes a la preservación y normal funcionamiento del sistema provincial de riego y drenaje. Posteriormente se vuelve a declarar el Estado de Emergencia Hídrica por el termino de un año desde el *5 de septiembre de 1996* (Ley Provincial N°6737); por el término de 180 días, a partir del *25 de septiembre de 1997* (Ley Provincial N° 6819); por el término de un año, desde el *4 de octubre de 2012* (Ley Provincial N°8311); a partir del *20 de noviembre de 2014* (Ley Provincial N°8512); desde el *26 de noviembre de 2019* (Ley Provincial N°1982-L); A partir del *26 de noviembre de 2020*, (Ley Provincial N°2157-L); desde el *26 de noviembre de 2021* (Ley Provincial N°1263-L) y a partir del *26 de noviembre de 2022* (Ley Provincial N° 2470-L).

En la ley de 1996 se destaca el Art. 5°, en donde se explicita que el Departamento de Hidráulica controlará la salinización de las napas por sobreexplotación en acuíferos y subálveos, con su ejercicio de poder de policía. En la de 1997, se resalta el Art. 7° que explicita que el Poder Ejecutivo deberá implementar un *Programa de concientización, dirigido a la población, informándola de la grave situación y un Programa de Prevención de Catástrofe Hídrica*. En la de 2012, se destaca el Art. 2°, el cual establece que se incremente al máximo el reuso de efluentes de origen doméstico, industrial y agrícola.

En lo que respecta a la Ley de Emergencia Hídrica de 2022, se incorpora el concepto de mitigación, lo cual permite que las líneas de asistencia buscadas sean más amplias. Se promueve *el uso sustentable del recurso hídrico* en todas sus fuentes. Además se suma el concepto de *planificación hidrológica y la previsión de recarga del acuífero subterráneo*, dos instrumentos de gestión hídrica modernos que deberá regular el Departamento de Hidráulica.

Otro aspecto a destacar es la incorporación del Art. 4°, en el cual se estipula que *el desembalse de las presas deberá respetar las cotas mínimas y medidas de seguridad establecidas por el Consejo provincial para el Control de Embalses y Seguridad de Presas (CoCESP)*.

La ley expresa también, en su Art. 8°, que los concesionarios del recurso hídrico deben tener regularizadas sus obligaciones tributarias con el Departamento de Hidráulica para ser beneficiario de cualquier tipo de asistencia técnica, financiera, económica, beneficio y/o subsidio establecido por el Poder Ejecutivo en el marco de la

Emergencia Hídrica.

Al igual que en otras provincias, se firma un convenio con la empresa estatal de Israel “Mekorot” (2022) con el fin de asesorar a la provincia de San Juan en el mejoramiento del manejo del agua y para la consultoría del **Plan Maestro de Conservación y Gestión del Agua**, como parte de una política hídrica acorde a los desafíos del cambio climático y con una perspectiva puesta en el presente y futuro escenario del desarrollo socio-económico con garantías de seguridad hídrica. La propuesta consta de 6 etapas:

- Estudio del estado actual del sector hídrico y balance hídrico
- Potencial y proyecciones de los recursos hídricos (agua subterránea y superficial) 2030-2050
- Proyecciones de la demanda de agua 2030-2050
- Conceptos y normativas de la economía del agua
- Balance de agua y sistemas alternativos de suministro de agua
- Análisis económico del esquema de suministro de agua aprobado

Por lo tanto, el Plan Maestro tiene por objetivos evaluar la disponibilidad actual, las pérdidas y los usos de los recursos hídricos y formular escenarios alternativos de desarrollo para los recursos hídricos y demanda/uso en diversos horizontes de planificación (2030, 2040 y 2050).

En la actualidad, se trabaja sobre el **Proyecto de Ley de Fomento de la Eficiencia y Sostenibilidad Hídrica**, que pretende mejorar el aprovechamiento del agua, mediante la concreción de obras de mejoras en la red de riego y la modernización de los criterios de distribución y de uso que permitan conseguir incrementos en la eficiencia hídrica, con la finalidad de mejorar la productividad del agua desde el punto de vista económico, social y ambiental.

En el contexto de la actual sequía, una de las medidas que se implementó por parte del Departamento de Hidráulica, a partir del 2018, consistió en el desembalse a cota mínima del embalse Caracoles, para sustentar los niveles de los diques Punta Negra y Quebrada de Ullum, y sostener a su vez, las actividades náuticas y turísticas en dichos diques, pero dejó trunca la generación de energía, dado que Caracoles es la central hidroeléctrica con mayor potencia.

También se aumentó, a través del tiempo, en épocas de sequía, los días de corte de agua para riego. En el peor año hidrológico 2021-2022, la Dirección de Hidráulica tomó la decisión de un corte de 130 días, por lo que el sector agrícola transitó hasta ese momento la corta de invierno más larga de su historia, con el fin de aumentar la acumulación de agua en los embalses de Caracoles, Punta Negra y Ullum. Además de recurrir a la extracción de agua subterránea para compensar el faltante y asegurar el correcto funcionamiento de los embalses y recurrir a ellos cuando haya mayor demanda.

Para el presente año, el Departamento de Hidráulica, en consenso con los presidentes de las Juntas de Riego de la primera y segunda zona y con el Consejo del Departamento de Hidráulica acordaron 134 días de corte en el año, en donde no se entregará agua para riego, para garantizar el agua para uso productivo y poblacional,

y llegar a la cota de agua mínima de las represas que se encuentran en el río San Juan.

Por lo tanto, en lo que respecta al manejo del agua subterránea, en los períodos de sequías y cuando el agua superficial no es suficiente para cubrir la demanda, el Departamento de Hidráulica recurre a la extracción de la misma para completar el faltante, mediante la reactivación de perforaciones existentes o la apertura de nuevas (canal Céspedes). De acuerdo al Código de Aguas, el Departamento de Hidráulica entenderá en todo lo relacionado con la ejecución, funcionamiento, contralor, registración y ubicación de las perforaciones, y tendrá funciones de policía en lo referido al aprovechamiento del agua subterránea, de acuerdo a lo establecido en el Art. 168°. De ésta manera, toda persona física o jurídica que pretenda perforar para extraer agua subterránea por medios mecánicos, tendrá que solicitar autorización al Departamento de Hidráulica, acompañado de la información técnica correspondiente, suscripta por el profesional habilitado y registrado. En el caso de que se realicen trabajos sin autorización se sanciona con una multa equivalente al canon unitario vigente en el valle del Tulum en el momento del hecho, multiplicado por 50, lo mismo sucederá con las personas o empresas dedicadas a explotar y alumbrar aguas subterráneas, así como los profesionales y técnicos que las representen, serán separados y sancionados con iguales multas si incurriesen en las mismas contravenciones, y si se estableciera reincidencia, se eliminará a las empresas perforadoras y a los técnicos responsables de los registros correspondientes.

Otras de las medidas que se ha implementado en épocas de sequía es la establecida en el Art. 160° del Código de Aguas, en el que se establece que la distribución del agua se hará por turno en tiempos de escasez y cuando resulte técnicamente inconveniente que el agua se distribuya continuamente.

También se han otorgado líneas de créditos a tasa preferencial para eficientizar el riego (que llegan hasta las 50 has) y se ha aplicado el programa en el que se le subsidia al productor 2 has de riego por goteo.

Entre julio y septiembre de 2021, se implementó el sistema de regar por márgenes, es decir, unos días las fincas de la derecha, y otros, los de la izquierda.

En complemento, la empresa provincial Obras Sanitarias Sociedad del Estado (OSSE) para controlar el consumo y generar en la comunidad una cultura responsable del uso de agua potable, comenzó a instalar en diciembre de 2022 medidores de agua en las viviendas del Gran San Juan, en barrios como Del Bono, Palermo, STOTAC, Cabaña, para determinar el consumo del usuario y así proceder a cobrar por los excedentes y controlar el derroche de agua. A su vez, el medidor posibilita detectar pérdidas o fugas de agua, además de conocer el consumo real e implementar, de acuerdo a ello, acciones de cuidado del agua potable. OSSE, por la sequía, adelantó un mes el horario veraniego de restricciones, en vez del 1 de diciembre se adelantó al 1 de noviembre, con la prohibición de usar agua para consumo no humano desde las 9 a 21 hs y ha llevado a cabo campañas de concientización del consumo de agua en establecimientos educativos. Otras de las medidas que se está ejecutando es el reemplazo de especies exóticas, como moreras y plátanos, que necesitan grandes cantidades de agua, por especies autóctonas, adaptadas al clima seco de San Juan y que demandan menores requerimientos hídricos, como aguaribay, acacia blanca y cina-cina, entre otras, para el arbolado público y para los nuevos barrios a entregarse.

Desde 2022, el Departamento de Hidráulica efectivizó otra medida, contemplada en el Art. 62º del Código de Aguas, la de cortar el servicio de agua a los regantes que no pagaran el canon anual de riego agrícola, dado a que desde el organismo señalaban que el 50% de los empadronados eran morosos.

Además está en proceso de construcción, por parte del Instituto Provincial de la Vivienda (IPV) de la provincia, el primer barrio que reciclará el agua que desagotan los lavarropas para destinarlo a regadío, que se denominará “Los Molinos”, localizado en el departamento de Capital, el cual estará conformado por 260 departamentos. Con él, el gobierno provincial hará una prueba piloto con el reciclaje de las aguas grises, para luego replicarlo en otros barrios que se construyan. Se comenzaría con el reciclado del agua residual de los lavarropas de cada uno de los departamentos, para luego continuar con las duchas y lavatorios. También, se han reducido los espacios verdes distribuidos en los barrios, para reducir el consumo de agua destinado a riego, ya que ahora se arman “espacios recreativos de uso común” o “espacios compartidos” con lugares de circulación, en ellos se usa por ejemplo, la grancilla (un árido que se presenta en forma de piedras pequeñas, con valor ornamental) para reducir la superficie verde a mantener.

A su vez, la provincia de San Juan formará parte de un proyecto nacional para cuidar el agua ***“Proyecto de Gestión de Recursos Hídricos en Provincias de Cordillera”***, el mismo abarca las provincias que se encuentran en la zona cordillerana que son las más afectadas por las crisis hídrica actual. Consistirá en la elaboración de un plan de uso del recurso hídrico, el desarrollo de infraestructura y la incorporación de tecnología avanzada para ahorrar agua, más que nada durante algunas actividades productivas, como agricultura y minería. El mismo será financiado con fondos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y será el primer programa de adaptación al cambio climático que financia, y que entraría en vigencia en el presente año. Tendrá como asesores al Gobierno de Israel, que consideran que ha desarrollado una política pública del agua exitosa, y al Gobierno de Corea que posee tecnología para mejorar el uso de dicho recurso. El proyecto estará bajo la órbita de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de Nación y será una herramienta que tendrá la provincia para mejorar el manejo del agua frente a la crisis hídrica.

En el contexto de la última crisis hídrica, se ha dado el fenómeno del robo de agua de los canales por parte de los regantes, mediante la colocación de mangueras en los mismos o mediante la rotura de compuertas o de candados que colocan los llaveros, además de haber camiones que robaban agua destinada a riego de los canales, para con posterioridad venderla para el llenado de piletas, recargar reservorios o mojar accesos de tierra. Por dicha situación, para el primer caso, el Departamento de Hidráulica implementó multas a los infractores, la devolución de los volúmenes sustraídos, la suspensión de los turnos de riego, dichas disposiciones dependen de la gravedad del hecho. Mientras que para el segundo caso, los inspectores de Hidráulica con el solo hecho de tomar una foto y registrar datos del vehículo que se encuentre en proceso de extracción de agua, se le inicia un expediente y si no están autorizados, ya que hay algunos usos permitidos, como el riego para municipios o en construcciones que solicitaron el permiso, pueden recibir multas y para evitar que aquellos que tienen autorización para extraer abusen de ello, se busca definir un lugar de extracción, días y horarios específicos, y asociar la patente del camión con el usuario habilitado, para ejercer así un mejor

control y que no tomen mayor cantidad de agua del canal de lo que deberían.

En referencia a ello, en 2021 se dispuso sancionar la irregularidad con la incorporación del delito de robo de agua al sistema de Flagrancia, mediante una modificación al Art. 182° del Código Procesal Penal y con condenas de prisión de 15 días a un año al que sustrajera agua, pero no dio resultados, aunque sigue vigente, ya que en la práctica los castigos con prisión no han funcionado para disuadir la sustracción de agua, dado a que no se denuncia éste tipo de delitos y por ende la justicia no puede actuar. Frente a dicha situación, en el Departamento de Hidráulica decidieron ejecutar un procedimiento rápido, consensuado con el Consejo del organismo y reclamado por las Juntas de Riego para disuadir a los regantes que roban agua, así cuando un regante detecte una maniobra irregular la tiene que denunciar ante el Inspector Técnico de la junta o un empleado de Hidráulica, quien con un integrante de la Junta de Riego, policía o dos testigos, confeccionará un acta de constatación del ilícito para que prospere la denuncia.

Si bien las sanciones están previstas en el Código de Aguas de la provincia, no se aplicaban. Los castigos parten de una multa básica de 10 veces el canon de riego, que se podrá agravar de acuerdo al volumen hídrico sustraído y las dimensiones de la zona de cultivo beneficiada, además del castigo económico, el regante deberá devolver el volumen sustraído y reparar el daño causado y si una vez firmada la multa, el regante no quiere pagar, intervendrá la Fiscalía del Estado provincial.

Por su parte, el INTA San Juan promovió la **“Creación de un comité de emergencia agropecuaria”**, cuyo fin es analizar en forma integral la gestión del recurso hídrico y lograr un plan que posea medidas al corto, mediano y largo plazo, en donde se considere la *gestión de agua para riego, gestión sostenible de los acuíferos, abordaje integral del problema (en consideración al impacto productivo, social, ambiental y económico por la escasez de agua), distribución equitativa del agua y campañas de concientización*.

Por lo tanto, a lo largo del tiempo, se ha pasado de un manejo del agua exclusivo de los regantes que llegaron a ignorar a las autoridades públicas, a ser exclusivo de los municipios en donde no se atenían a lo que disponía la Ley de Riego de ese entonces o del Departamentos de Obras Públicas, lo que derivó a la corrupción en el manejo del agua, a una gestión mixta, en la que se asegura la participación de los regantes a través de sus representantes electos, pero la decisión definitiva la tiene la Dirección General de Hidráulica en lo que compete a las cuestiones administrativas relativas al uso y aprovechamiento del agua.

Se destaca también la adherencia y la creación en la provincia de entes (Mesa del Agua; Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación para la Gestión Integral del Agua en el Árido –CeGIAA-), programas (Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas, Ingeniería Hidráulica y Ambiental), proyectos (Propuesta de manejo integral del recurso hídrico en la región árida aplicando nuevas tecnologías: Experiencia piloto en la cuenca del río San Juan; Proyecto de Gestión de Recursos Hídricos en Provincias de Cordillera), en los que se trabaja en forma conjunta con otras instituciones como el INTA, INA, UNSJ, CONAE. Se remarca también la firma del convenio con la empresa estatal del agua israelí Mekorot (en cuyo marco se elabora el **Plan Maestro de Conservación y Gestión del Agua**), todo ello con el fin de realizar investigaciones en torno al recurso hídrico para asesorar y así mejorar su manejo, con la coordinación de diversos actores, y la

incorporación de nuevas tecnologías a las investigaciones hidrológicas.

Se distingue la creación de la Secretaría de Agua y Energía de la provincia de San Juan, como ente coordinador de acciones entre los diversos organismos que tienen que ver con el recurso hídrico, como así también para la solución de conflictos y la planificación hidrológica a nivel provincial, a través de políticas, planes, etc.

Se resalta también la implementación de diversas medidas en el contexto de la sequía vigente, en pro de un manejo sustentable del agua que asegure su disponibilidad para el consumo humano y los diferentes usos.

No obstante, a pesar de todas las acciones en ejecución, se deduce que cuando el agua comenzó a escasear de forma crítica recién se implementaron las medidas, cuando siempre fue explícito que la disponibilidad del recurso hídrico en la provincia es inestable, ya que los caudales del río San Juan no se mantienen constantes, en donde es más normal los bajos caudales que las crecidas.

Conclusiones

A partir del trabajo realizado se determina la irregularidad en la disponibilidad del recurso hídrico en la cuenca del río San Juan, dado a la alternancia de ciclos ricos y pobres, en donde las sequías presentan eventos más significativos por su duración y repercusión adversa en la agricultura y en la generación de energía hidroeléctrica, mientras que los excesos han sido episódicos y de menor duración.

En cuanto a la relación de la disponibilidad del recurso hídrico en la cuenca del río San Juan con el fenómeno ENSO (El Niño-Oscilación del Sur), se establece que dicho río es susceptible a la ocurrencia de “Niño”, que son los responsables de dar los mayores aportes níveos a los cordones cordilleranos, debido a que se asocian a precipitaciones níveas por encima de la media y en consecuencia al aumento del escurrimiento durante el período estival; como de “Niña”, en donde las precipitaciones y los escurrimientos se comportan de manera inversa, que fue cuando disminuyó su caudal de forma notable. Por lo tanto, en los años Niño los derrames superan la media, mientras que en los Niña se encuentran por debajo de la media, hecho que se evidencia en la reactivación de los cuerpos lagunares y de zonas anegadas del área de estudio.

En lo que respecta al tipo de recurso hídrico de mayor uso a nivel de los valles es el superficial, ya que el principal recurso hídrico que irriga en su curso inferior a los valles de Ullum-Zonda y del Tulum es el río San Juan, además que la red del sistema de riego está organizada a través de canales de diversas jerarquías que presentan riego superficial por gravedad. Pero debido al irregular escurrimiento del río San Juan, en períodos de déficit hídrico se recurre a la extracción de agua de los acuíferos subterráneos para atender la demanda de agua por parte del sector agrícola el mayor consumidor de dicho recurso, pero también para consumo humano y uso industrial.

Por su parte, el uso del agua pluvial es de escasa significatividad dado a que las precipitaciones en el área de los valles en estudio son muy escasas, donde el promedio anual es de 90 mm. El agua residual presenta un uso incipiente con fines forestales en una finca.

En referencia a la aparición de las diversas obras de sistematización a través del tiempo, que permitieron la organización espacial actual, es en 1966 en donde surge la planificación para el aprovechamiento del río San

Juan, debido a la irregularidad de su régimen, de modo que a partir de allí se comienza a proyectar la construcción de embalses. Fue así que se construyó el dique Quebrada de Ullum (1980), Caracoles (2008), Punta Negra (2015) y se encuentra en construcción Tambolar, todos ellos localizados sobre el curso medio e inferior del río San Juan.

No obstante, a pesar de la existencia de obras de sistematización sobre el río San Juan, sus exiguos escurrimientos en la última década por la prolongada sequía meteorológica que se manifiesta a nivel regional, ha derivado a que se exteriorice una sequía hidrológica, con la consecuente sequía biogeográfica y dunización. En relación a los usos del recurso hídrico, según el Código de Aguas (CA) de la provincia de San Juan, se identifica la distinción del uso del agua pública entre **comunes** y **especiales**, donde los **usos comunes** son aquellos que no requieren autorización y toda persona tiene derecho de acceder a ella, siempre que tengan libre acceso a las mismas y no se utilice ninguna maquinaria para su extracción, además de tener éste uso prioridad sobre cualquier uso especial (por ejemplo, bebida humana y de animales domésticos, ganado en tránsito, higiene humana y navegación no lucrativa); mientras que los **usos especiales** requieren autorización por parte de la autoridad competente, en éste caso el Departamento de Hidráulica, para el otorgamiento de concesiones o permisos, que implica contraer una obligación económica, se encuentran en ésta categoría, de acuerdo al orden de preferencia, el uso doméstico, municipal y de abastecimiento de poblaciones; uso medicinal y termal; uso recreativo; uso industrial; uso hidroenergético; uso minero; uso agrícola; uso pecuario y uso piscícola.

En el caso de las concesiones para el **abastecimiento de poblaciones** serán a perpetuidad cuando sean otorgadas a entidades públicas y si fuesen concedidas a empresas privadas de servicios públicos o personas particulares, lo serán por un plazo no mayor de 30 años. En el **uso recreativo** son a perpetuidad cuando se disponga a favor de personas jurídicas de derecho público, y temporarias (5 años como máximo), cuando se adjudiquen a personas jurídicas o físicas de índole privada. En el **uso industrial** la duración de la concesión durará mientras se ejercite la industria para la que fue otorgada. En las concesiones para **uso hidroenergético**, cuyo fin sea la prestación de un servicio público, la duración será por un plazo no mayor a 30 años, que será prorrogable una sola vez por 10 años más a pedido del concesionario, pero las concedidas para fines privados durarán mientras se efectúe la industria o la actividad para la que fueron otorgadas. En los **usos mineros**, la duración de la concesión se establece en 5 años, renovable en lapsos de igual duración, mientras subsista la explotación minera. En cuanto a los **usos agrícolas**, las concesiones para riego se otorgan a perpetuidad, pero caducan por el no uso continuado durante cinco años, siempre que la administración no fuese responsable de esa vacancia. A su vez, el código de aguas limita las concesiones de aguas superficiales, dado a que en nuestros oasis la dotación de agua superficial está en función del hectareaaje de la finca y del límite de capacidad de conducción de los tres canales principales -Norte, Centro y Sur-. En el **uso pecuario**, la concesión de aguas públicas se otorga por un plazo no mayor de 3 años y es renovable, no detallándose el plazo de dicha renovación. En referencia al **uso piscícola**, las concesiones tienen una duración que no excederá de 10 años. En cuanto a la fiscalización de las concesiones, en los **usos recreativos** los encargados de establecerla es la

autoridad a cuyo cargo esté el control de la actividad turística de la provincia de San Juan y los presidentes de Juntas de Riego, los concesionarios ubicados aguas abajo del lugar señalado para ubicación de la toma, así como también, la Junta Departamental y Comisión de Regantes del cauce afectado, en forma directa o por intermedio del Departamento de Hidráulica; en el **uso hidroenergético** quien controlará será la autoridad encargada del gobierno y de administración de las aguas, con la intervención y colaboración de la Empresa Provincial de Energía o del organismo que haga sus veces. En el resto de los usos no se manifiesta el ente fiscalizador.

Por lo tanto, se identifican 9 usos del recurso hídrico en el CA (Doméstico, municipal y de abastecimiento de la población; Medicinal y termal; Recreativo; Industrial; Hidroenergético; Minero; Agrícola; Pecuário y Piscícola). Existen 3 usos en los cuales las concesiones de agua son a perpetuidad: *abastecimiento de la población* (mientras sean otorgadas a entidades públicas), *uso recreativo* (cuando se disponga a favor de personas jurídicas de derecho público) y *uso agrícola*. Con respecto a la fiscalización de las concesiones, solo se explicitan en 2 usos: el recreativo e hidroenergético.

En lo concerniente al tipo de manejo del recurso hídrico a través del tiempo, los primeros antecedentes se remontan desde antes de la fundación de la Ciudad de San Juan, con los primeros habitantes pertenecientes a la comunidad aborígen Huarpes. A lo largo de la historia se pasó de un manejo del agua exclusivo de los regantes que llegaron a ignorar a las autoridades públicas y hasta dictar sus propios reglamentos, o ser exclusivo de los municipios en donde no se atenían a lo que disponía la Ley de Riego de ese entonces o del Departamento de Obras Públicas, lo que inclusive llevó a la corrupción en el manejo del agua, a una gestión mixta, en la que se asegura la participación de los regantes a través de sus representante electos, pero la decisión definitiva la tiene la Dirección General de Hidráulica en lo que compete a las cuestiones administrativas relativas al uso y aprovechamiento del agua.

En 1949 se comienza a configurar el sistema de riego en el valle del Tulum, y en 1966 a partir de la planificación para el “Aprovechamiento del río San Juan” se da lugar a la creación de embalses, como consecuencia de los bajos caudales de los ríos San Juan, con ello comienza una nueva etapa en el manejo del agua, ya que se comenzó a almacenarla para afrontar las temporadas de bajos caudales, además de ampliar la superficie bajo riego, generar electricidad, convertirse en atractivos turísticos y de servir para la práctica de deportes acuáticos.

En 1978 se promulga el Código de Aguas en donde se regulan, entre otros aspectos, los usos del agua pública, los requisitos para solicitar concesiones de uso, se indican los requisitos y condiciones de construcción de obras para la utilización de aguas subterráneas. Por lo tanto, el Código de Aguas y la Ley N°886 (actual ley 13-A) mediante la cual se crea el Departamento de Hidráulica (entidad que tiene a cargo el gobierno, administración y policía de las aguas), conforman la base con la que se rige el manejo del agua en la provincia de San Juan.

Es decir que, actualmente, las decisiones sobre el uso del agua se toman de acuerdo a una legislación desactualizada, ya que la datación del Código de Aguas es de 1978, cuyas normas se pensaron y crearon

cuando la provincia tenía menos población, el sector agrícola era casi exclusivamente viñatero y antes de que tuviera repercusión el calentamiento global en nuestra disponibilidad hídrica. Hecho que se evidencia en los derechos que tienen los regantes con respecto al agua, uno de ellos consigna en que todos deben recibir lo mismo y que es un derecho gratuito (artículos 162 y 164), cuando no todos los regantes tienen la misma necesidad de agua, debido a que no todos cultivan lo mismo y por lo tanto, no requieren de la misma cantidad de agua. Además no se establece en el Código que el agua es un derecho humano.

De modo que resulta necesario su modificación, con el consenso de los usuarios agrícolas, la incorporación de la ciudadanía general y de sectores históricamente excluidos, como son los pueblos originarios y campesinos.

Se requiere la entrega de agua por demanda y flexible, con el ajuste de la cantidad que se le da a los cultivos según su necesidad (teniéndose en cuenta la época del año) y tipo de suelo. Dichas dotaciones deberían asignarse en función de las superficies con derecho efectivo y de acuerdo a una planificación hidrológica de carácter plurianual, en donde la definición de los volúmenes a entregar estén en función de los pronósticos de derrames y que permitan a su vez la recuperación paulatina de los embalses y el mantenimiento de los humedales. Es así que no se entregaría un volumen ciego de agua, sino que habría un registro de la demanda de agua por época, de acuerdo al tipo de cultivo y la evolución de su necesidad, que deberá actualizarse en la planificación de cada año.

Para ello se requiere de un padrón de riego actualizado a los derechos efectivos, dado a que el último relevamiento del Departamento de Hidráulica tiene más de 15 años, por lo que parte de ésta superficie cambió su finalidad, es así que se han detectado casos en donde se destina agua para riego a fincas no activas, lo que produce su malgasto. De modo que se debería actualizar cada año, el registro de superficies cultivadas y la consecuente demanda temporal de agua requerida, para un destino eficaz de ésta y sin desperdicio.

En adición, si bien a través de la Ley N°886 se divide al territorio sanjuanino en tres Zonas de Riego, se puede establecer que dicha división no es correcta, ya que el criterio de zonificación es por departamentos y no por cuencas hidrográficas, como es requerido en el manejo integral del recurso hídrico, en donde se sostiene que para mantener los ecosistemas sanos y poder usar el recurso de la mejor manera se deben pensar las cuencas como unidad, por lo tanto se presentan diferencias marcadas en cuanto a cantidad y calidad de los fluidos en cada una de ellas, además de mezclarse el funcionamiento de las exorreicas con las endorreicas.

Es así que se debería de modificar el Art.10° de la Ley N°886 (actual ley 13-A) para que la división de las zonas de riego se realice por cuencas hidrográficas, lo que permitiría pensar las acciones como unidad, contemplando la situación del sector superior, medio y bajo de cada una de las cuencas provinciales, para un manejo integral de las mismas.

Resulta necesario el establecimiento de un caudal ecológico que asegure la calidad, cantidad y régimen de flujo de agua requerido para mantener los componentes, funciones y los procesos ecológicos de los humedales asociados al río San Juan, que proporcionan a su vez bienes y servicios a la sociedad.

En referencia a la extracción de agua subterránea, si bien el Departamento de Hidráulica es el que otorga el

permiso para la realización de las perforaciones, además de determinar la ubicación de las mismas, de controlar su funcionamiento, establecer su registro, y de ejercer el rol de policía en lo que respecta al aprovechamiento de las mismas, se establece que el agua subterránea se ha manejado de manera descentralizada y anárquica. De tal modo que, los productores se comportan como si este recurso fuera de naturaleza privada, es así que cada productor con capacidad de pago establece sus equipos de bombeo con el sólo requisito de solicitar permiso a la autoridad pública, que generalmente lo otorga, además de no medirse la extracción del recurso subterráneo.

A su vez, el control público de las perforaciones es un asunto complejo que ha sobrepasado la capacidad del organismo encargado de ésta función, de hecho no existe un registro de cuántas perforaciones hay y de cuantas extraen agua. Es así que hay un gran número de perforaciones en la provincia que se han efectuado sin estar autorizadas, es decir que se realizan de forma ilegal, sin los estudios técnicos previos, a pesar de existir multas, lo que conduce a una explotación desordenada del subsuelo, con la consecuente sobre-explotación del agua subterránea, actividad que se intensifica en épocas de sequía, acompañadas del descenso del nivel freático y del peligro de su salinización, por lo que los acuíferos subterráneos, de los que se alimentan los pozos, se les está agotando la reserva, cuya situación se empeora desde que el río no escurre aguas abajo del dique José I. de la Roza, de modo que no tiene recarga.

Como consecuencia del descenso del nivel piezométrico muchos pozos quedaron colgados, por lo que se tuvo que bajar las bombas a más profundidad, como así también hacer una reperforación en el mismo lugar o un nuevo pozo, actividad que resulta poco accesible para los pequeños productores, dado al costo de bajar una bomba, como la realización de un pozo, a lo que se le añade que mientras más profundo es el mismo más energía se necesita y la dificultad de la operación y del tiempo que le demanda a la empresa en realizarlo, y dado a que la mayor demanda de éstos trabajos se da en la época de intensa necesidad hídrica (primavera-verano) y a la poca oferta de empresas habilitadas para dicho fin, inclusive se daban turnos para el año próximo, lo que incentivó la realización de pozos de forma clandestina.

Dicha situación manifiesta que, hasta el momento, el manejo del agua en la provincia solo se ha focalizado en considerar los caudales de agua superficial que bajan por los ríos y en los años de buenos escurrimientos almacenarlos en los embalses, y para cuando esos volúmenes no sean suficientes proceder a utilizarse los acuíferos, para la extracción de agua subterránea. Por lo tanto, no se ha efectuado un manejo que integre el agua subterránea, lo que ha derivado a una extracción sin cuidado de la misma, con el consecuente riesgo de su sobre-explotación y salinización.

De modo que es necesario el relevamiento de las perforaciones existentes y en operación, para determinar la cantidad de agua subterránea que se extrae, establecer límites de extracción y controlar su operación en forma permanente. Para el control público de las perforaciones, se propone realizar un censo para que los usuarios que las hayan realizado sin permiso se registren de forma voluntaria, para declarar la existencia o posesión de pozos, a través de un sitio web que proponga el Departamento de Hidráulica, como así también de forma presencial en el mismo establecimiento, con un lapso de tiempo determinado, en donde se identifique el

declarante, el pozo, su ubicación y referencias para localizarlo, cuya presentación tendría carácter de declaración jurada.

De manera que, quienes no hayan aportado esa información en tiempo y forma, tendrán la oportunidad de regularizar su situación, con la consecuente evitación de multas y sanciones. Ésta acción asegura el derecho de uso a quienes tienen pozos de agua, con los controles correspondientes, además de que la información le permitirá al DH tener un control del número de perforaciones existentes, la cantidad de agua subterránea que se extrae y el cuidado del acuífero subterráneo, para evitar el agotamiento o salinización de las napas por sobre-explotación. A partir de ello, debería de ejecutarse un control exhaustivo de los pozos existentes, con la consecuente difusión de campañas que eviten la ejecución de perforaciones ilegales, en las que se expresen las consecuencias naturales y económicas de la sobre-explotación del agua subterránea.

Se distingue, por otra parte, la adherencia y la creación en la provincia de entes, programas, proyectos, con el trabajo conjunto con otras instituciones, la firma del convenio con la empresa Mekorot, con el fin de realizar investigaciones en torno al recurso hídrico para el asesoramiento y mejora en el manejo del agua; Como así también, la creación de consejos a nivel nacional (COHIFE) en el que participa la provincia de San Juan, para el abordaje de temáticas hídricas comunes para proceder a la formulación de políticas nacionales, legislaciones y aspectos relacionados con la gestión del agua, y el CoCESP –consejo provincial-, para el mantenimiento y seguridad de los diques en la provincia.

Se destaca la creación de la Secretaría de Agua y Energía de la provincia de San Juan, como ente coordinador de acciones entre los diversos organismos que tienen que ver con el recurso hídrico, solución de conflictos y de planificación hidrológica a nivel provincial.

Pero, en el contexto de la última sequía, aún vigente, a pesar de que se implementaron diversas medidas en el marco de un manejo del agua que garantice la disponibilidad para el consumo humano, se evidencia el letargo de su implementación. Como en el caso del otorgamiento de líneas de créditos para los productores con el fin de eficientizar el riego, en el reuso de las aguas grises y negras, en el reforzamiento de las campañas de concientización para el cuidado en el consumo del agua en el ámbito de la educación formal e informal, ya que a sabiendas de que nuestro principal medio de abastecimiento es el río San Juan, cuya característica principal de su régimen es su irregularidad, éstas medidas deberían de haberse implementado desde siempre, no cuando el déficit hídrico es crítico.

Tampoco se explicitan objetivos de manejo para la cuenca del río San Juan en su integridad (en donde se consideren las aguas superficiales y subterráneas) lo que permitiría el análisis de las necesidades ambientales y de los usuarios del agua, para conciliar las demandas ambientales y las socio-económicas, en pro del bien común y la consecuente preservación de los sistemas ecológicos.

Por lo que se requiere, como consecuencia de la variabilidad del régimen hídrico del río San Juan, la implementación de un manejo integral y adaptativo de la cuenca hídrica, en donde se expliciten los objetivos de manejo y se integre el agua subterránea, con monitoreo y evaluación permanente de su calidad, con un abordaje multidisciplinar, para adaptarlo a las nuevas condiciones socio-económicas y ecológicas que se

gesten, y así garantizar la disponibilidad de agua en los distintos usos, se asegure la participación de los diferentes usuarios involucrados, con el fin de evitar conflictos entre los que dependen y compiten por el escaso recurso, con el estudio de las interrelaciones de los actores y la sugerencia de negociaciones o transacciones ambientales entre ellos.

Se destaca también la promulgación de la Ley de Emergencia Hídrica en contextos de eventos hídricos extremos, no obstante, sería necesario la aplicación de un plan provincial de manejo del agua en épocas de sequías y de crecidas, en el que se anticipe las posibles medidas a aplicar ante la ocurrencia de dichos eventos hidrológicos extremos, establecido mediante consenso con los diferentes *sectores/usuarios*, a fin de estar informados acerca de las medidas que se efectuarían en caso de dichas situaciones, con el mínimo de perjuicios, ya que las mismas, actualmente, se toman sobre la marcha; Además de resultar necesario el diseño de un plan de contingencias para mitigar los efectos de la crisis hídrica para los sectores productivos.

En relación al sistema de irrigación de los valles de Ullum–Zonda y del Tulum, resulta necesario la impermeabilización de todos los canales, dado a que aún hay sin impermeabilizar. La provincia de San Juan suma en total 1.922 km de canales de riego, de los cuales 1.134 km de ellos están impermeabilizados y los 788 km restantes son de tierra, principalmente los ramos comuneros, lo que genera la pérdida de agua por infiltración, a lo que se adiciona la problemática de que los canales que dependen exclusivamente de las Juntas de Riego, que son los que suelen tener las pérdidas por infiltración, deben ser reparados por los propios regantes, que argumentan falta de fondos para ello, por lo que debería de ayudárseles financieramente. Como así también resulta necesario el *entubamiento de los canales* para evitar la evaporación del agua, su contaminación por el arrojamiento de residuos y el robo de agua.

Es necesaria la modificación de la normas de distribución del agua para riego, que hacen que cada vez que se entregue agua sea al mismo tiempo para todos y la misma cantidad, a sabiendas que no todos cultivan lo mismo y que por lo tanto no tienen los mismos requerimientos hídricos, es decir que ésta medida fue útil cuando no había diques y predominaba un solo cultivo (vid). Como así también se requiere la innovación tecnológica y la eficiencia de los sistemas de distribución y en el uso del agua, ya que si bien hay iniciativas, falta celeridad en su ejecución para un problema que urge, y que se acrecentará como consecuencia del cambio climático; Lo que involucra la optimización de los sistemas de riego de los espacios verdes y del arbolado público, además de reutilizarse los efluentes para su riego, el fortalecimiento del financiamiento a los productores para lograr mayor eficiencia en los sistemas de riego, la inversión en un sistema con compuertas automatizadas con control a distancia, que permita operar el sistema de distribución por demanda y no por oferta como ahora, dado a que actualmente con los canales se entrega a todos por igual, la implementación de grifería temporizada en los edificios públicos. Además debería de realizarse capacitaciones sobre técnicas de riego para los productores y en la utilización eficiente del agua con el fin de evitar el derroche de la misma y preservarla.

Se debería promover la reutilización de las aguas negras y grises, mediante el acondicionamiento de las viviendas nuevas por asignarse, como así también de las existentes y de las diversas actividades productivas

en las que se pueda implementar, por medio de la facilitación del otorgamiento de líneas de créditos que posibiliten la adaptación de las viviendas y de los diferentes sectores productivos. Para ello se requiere del asesoramiento en el que se informe sobre los beneficios de la reutilización de éstas aguas y de la situación hídrica de la provincia.

A su vez, dado al cambio climático que profundiza la escasez de agua en la provincia, por la menor cantidad de nieve precipitada y el retroceso de los glaciares, a lo que se adiciona la demanda en aumento de éste recurso por el crecimiento demográfico y la diversificación de la matriz productiva, y las condiciones de aridez propia de la provincia, implica el requerimiento de una planificación hidrológica que preserve éste recurso clave de forma permanente no solo en los tiempos de crisis, de modo que es necesario planificar políticas de corto, mediano y largo plazo, que sobrepasen una gestión, para asegurar la disponibilidad del agua, tanto para el consumo humano como para los diferentes usos.

La planificación hídrica requiere contabilizar la totalidad de los usos privativos sobre el agua, establecer balances hídricos (determinar la demanda y la oferta hídrica, la evolución en el tiempo y espacio de los recursos hídricos disponibles), en el marco de un uso sustentable de las aguas superficiales y subterráneas, para la toma de decisiones e identificación de la fragilidad de los sistemas del área, lo que implica la identificación de los extremos hidrológicos, ya sea períodos de excesos como de escasez de agua, ya que el conocimiento de sus características (frecuencia de ocurrencia de los extremos hídricos, su duración, extensión espacial, intensidad, magnitud) y su relación con los fenómenos macroclimáticos, ayuda a la generación de modelos de predicción a mediano y largo plazo que permitirían estar preparados para el manejo eficiente de los recursos hídricos en éstos períodos de extremos.

Por lo que es necesario la inversión en infraestructura y equipamiento dedicado a la investigación hídrica, y el refuerzo del trabajo con los satélites, para la modelación hidrológica, pronósticos climáticos y de escurrimiento superficial, la determinación del estado de humedad de los suelos, el monitoreo continuo de las aguas superficiales y subterráneas, ya que aún, por ejemplo, se realizan campañas anuales en alta cordillera para el aforo de los ríos. Todo ello contribuiría a un mejor manejo del agua.

Resulta de necesidad la implementación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la administración hídrica, que contribuyan al análisis integral de la cuenca y que posibilite el otorgamiento de herramientas a los decisores y ejecutores de políticas públicas tendientes a un manejo eficiente del agua, para por ejemplo, proceder a la elaboración de mapas de cultivos actualizados para saber las hectáreas cultivadas, los tipos de cultivo y el agua a requerir.

Es necesario fortalecer la educación en materia hídrica, en pro de conformar una cultura del agua del cuidado, en donde se valore de forma ambiental, social y económica al recurso más escaso y estratégico de la provincia, en el ámbito de la educación formal e informal, en los medios de difusión colectiva, informándose acerca del origen del agua que consumimos, la situación hídrica actual de la provincia y las formas de cuidado del agua como bien común. Se ha determinado, a partir de la instalación de los medidores de agua en las viviendas, que el sector que más derrocha agua es el domiciliario, a pesar de no ser el de mayor consumo, obteniéndose una

media de consumo humano de 750 l/habitante por día por persona, lo que triplica lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud, que es de 250 litros per cápita por día, con picos de 900 l/habitante diarios en verano.

Por lo tanto, se requiere de un manejo integral de la cuenca del río San Juan, en donde se considere el trabajo por cuenca hidrográfica, la integración en el manejo del agua superficial y subterránea, con una planificación plurianual para la ejecución de decisiones con respecto a no solo lo que pasa en el momento, sino también con perspectiva a situaciones futuras, de acuerdo a los pronósticos de derrames. Además cada parte tiene que mejorar su eficiencia, y se debe trabajar de forma integrada, participativa, con un cambio cultural en el uso del agua, dado a que se carece de conciencia, como sociedad, de que la provincia es un desierto. Hay que determinar con precisión cuál es la cantidad de agua disponible, cuáles y cuántas las reservas, cómo se distribuye y cómo se usa, para mantener, por ejemplo, las cotas mínimas en los embalses y así asegurar su correcto funcionamiento, preservar los humedales dependientes del río San Juan mediante el mantenimiento de un caudal ecológico, recuperar el nivel de los acuíferos y no llevar a su sobre-explotación, éste último aspecto difícil de lograr actualmente debido a la demanda de agua para riego y otros usos, a lo que se adiciona el bajo nivel de los diques, lo que no les permite dejar escurrir agua por los lechos naturales.

En adición, es de necesidad la modificación de normativas y la modernización de los sistemas de distribución de agua para riego, la implementación del riego a demanda, la tecnificación del riego, el mejoramiento de la infraestructura y el equipamiento dedicado a la investigación hídrica, la implementación de Sistemas de Información Geográfica, la utilización de productos satelitales, la consideración del agua como un derecho humano y tener en cuenta el cambio climático en el momento de tomar decisiones, ya que tiene repercusión directa en nuestra disponibilidad de agua.

Bibliografía

- Alamino, G. (1 de junio de 2022). El IPV hará un barrio que reciclará el agua que desagotan los lavarropas. *Huarpe*. Recuperado 20 de diciembre de 2022 de https://www.diariohuarpe.com/nota/el-barrio-del-ipv-que-hara-punta-en-una-revolucion-ambiental-202261500?utm_medium=Social
- Alonso, A. (24 de diciembre de 2021). Los diques están un 10% debajo de su volumen mínimo de seguridad. *Diario de Cuyo*. Recuperado el 15 de diciembre de 2022 de <https://www.diariodecuyo.com.ar/suplementos/Los-diques-estan-un-10-debajo-de-su-volumen-minimo-de-seguridad-20211223-0072.html>
- Barros, V., Menéndez, A., y Nagy, G. (s.f.). “El Cambio Climático en el Río de la Plata”. *Proyecto Assesments of impacts and adaptations to Climate Change (AIAC) Start-Twas-UNEP*. Capítulo 1 y 5. Disponible en: http://www.cima.fcen.uba.ar/~lcr/libros/Cambio_Climatico-Texto.pdf
- Boninsegna, J. A. y Llop, A.A. (2015). Impactos y vulnerabilidad al cambio climáticos de los principales ríos de Mendoza y San Juan a partir de la evolución de los glaciares cordilleranos: La economía del cambio climático en la Argentina. *Serie Medio Ambiente y Desarrollo CEPAC*, 161, 2-67.

- Carbajal, A. (27 de junio de 2022). Acueducto Gran Tulum: Cómo avanza el corazón de la megaobra. *Tiempo de San Juan*. Recuperado el 12 noviembre de 2022 de <https://www.tiempodesanjuan.com/san-juan/acueducto-gran-tulum-como-avanza-el-corazon-la-megaobra-n329358>
- Castillo, D. (16 de enero de 2022). Apuntan a hacer cambios profundos en el arbolado público y sumar 10.000 ejemplares. *Diario de Cuyo*. Recuperado el 2 de febrero de 2023 de <https://www.diariodecuyo.com.ar/sanjuan/Apuntan-a-hacer-cambios-profundos-en-el-arbolado-publico-y-sumar-10.000-ejemplares-20220115-0087.html>
- Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación para la Gestión Integral del Agua en el Árido. (s.f.). *Argentina.gob.ar*. Recuperado el 20 de febrero de 2023 de <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/sact/cites/cegiaa>
- Damiani, O. (2016). Los recursos hídricos subterráneos. En Martínez Carretero, E. y García, A. (Eds.). *San Juan Ambiental* (pp. 169-186). Mendoza, Argentina.
- Defelippe, O.E. y Martínez, A.N. (2013). La cláusula de protección ambiental y el derecho humano al agua en la Constitución Nacional Argentina. *REVISTA DA FACULDADE DE DIREITO CANDIDO MENDES*, Ano 18, n. 18, 2013, Río de Janeiro, pág. 277/294.
- Departamento de Hidráulica. (2021). Pronóstico hídrico del río San Juan y Jáchal. Recuperado de <https://hidraulica.sanjuan.gov.ar/pronostico2021.pdf>
- Diario Huarpe. (2022). *Agua, guía para entender la sequía*. Recuperado el 14 de noviembre de 2022 de <https://www.youtube.com/watch?v=PiaNZAK7eFU>
- Dique El Tambolar, un proyecto que asegura agua y energía para San Juan. (18 de abril de 2022). *Si San Juan*. Recuperado el 11 de diciembre de 2022 de <https://sisanjuan.gob.ar/prensa/2022-04-18/40377-dique-el-tambolar-un-proyecto-que-asegura-agua-y-energia-para-san-juan>
- Dourojeanni, A. (1994). La gestión del agua y las cuencas en América Latina. *Revista de la CEPAL*, 53, 11-127
- Dourojeanni, A.; Jouravlev, A. y Chávez, G. (2002). Gestión del agua a nivel de cuencas: Teoría y práctica. Santiago de Chile, Chile: CEPAL. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6407/1/S028593_es.pdf
- García, R. (2006). *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*, Barcelona, Gedisa, 200 pp. Recuperado de: https://www.academia.edu/9461195/Sistemas_Complejos_2006_.Rolando_Garc%C3%ADa
- Gobierno de la Provincia de San Juan. (2021). *Decreto de creación Mesa del Agua*, San Juan, Argentina.
- Gobierno de la Provincia de San Juan. (1978). *Código de Aguas para la provincia de San Juan: Ley 4.392*. San Juan, Argentina.
- Gonzalez Aubone, F; Reggio, L y Graffigna, L. (s.f.). Marco histórico del riego en San Juan, Argentina. Recuperado de <https://hidraulica.sanjuan.gob.ar/normativa/Marco%20historico%20riego%20en%20San%20Juan.pdf>

- González Martín, M.C. (2017). *Evaluación de los usos de las aguas en el oasis Ullum-Zonda, San Juan (Argentina)*. Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina.
- Groch, D.; Cogliati, M y Finessi, F. (2020). Influencia de ENOS en la hidrometeorología de la cuenca alta del río Neuquén. *Geograficando*, 16 (1), 1-13.
- InterNos. (12 de agosto de 2021). Preocupa la crisis hídrica en Río Negro, San Juan y Mendoza. *InterNos*. Recuperado el 18 de diciembre de 2022 de <https://www.revistainternos.com.ar/2021/08/preocupa-la-crisis-hidrica-en-rio-negro-san-juan-y-mendoza/>
- Jácamo, D. (27 de febrero de 2023). Agua potable: Detectaron usuarios que consumen 2500 litros diarios. *Huarpe*. Recuperado el 5 de marzo de 2023 de https://www.diariohuarpe.com/nota/osse-detecto-usuarios-que-consumieron-10-veces-mas-de-lo-que-fija-la-oms-2023227600?fbclid=PAAabqtNQUR0gD_jqCsdY98EmcUobRA73Sj1T9hwBEjm2c5icZLeWftcnXD3M
- Leiva, C. (11 de noviembre de 2021). Viñateros sanjuaninos en problemas por la crisis hídrica: bajó la napa y cuesta más extraer agua. *ENOLIFE*. Recuperado el 15 de marzo de 2023 de <https://enolife.com.ar/es/vinateros-sanjuaninos-en-problemas-por-la-crisis-hidrica-bajo-la-napa-y-cuesta-mas-extraer-agua/>
- Leiva, C. (17 de abril de 2022). La tasa de agua subió hasta el 283% y la mitad de regantes está en mora. *Diario de Cuyo*. Recuperado el 3 de febrero de 2023 de <https://www.diariodecuyo.com.ar/economia/La-tasa-de-agua-subio-hasta-el-283-y-la-mitad-de-regantes-esta-en-mora-20220416-0054.html>
- Leiva, C. (20 de marzo de 2022). Quedan 12 años de reserva si continúa la extracción sin control de agua subterránea. *Diario de Cuyo*. Recuperado el 14 de noviembre de 2022 de <https://www.diariodecuyo.com.ar/economia/Quedan-12-anos-de-reserva-si-continua-la-extraccion-sin-control-de-agua-subterranea-20220319-0071.html>
- Leiva, C. (25 de marzo de 2022). Cultivos de ajo y verduras de hoja, lo más afectado por la falta de agua en las chacras. *Diario de Cuyo*. Recuperado el 15 de octubre de 2022 de <https://www.diariodecuyo.com.ar/economia/Cultivos-de-ajo-y-verduras-de-hoja-lo-mas-afectado-por-la-falta-de-agua-en-las-chacras-20220324-0062.html>
- Leiva, C. (4 de octubre de 2022). El río San Juan trajo menos de un tercio de agua del promedio histórico. *Diario de Cuyo*. Recuperado el 5 de noviembre de 2022 de <https://www.diariodecuyo.com.ar/economia/El-rio-San-Juan-trajo-menos-de-un-tercio-de-agua-del-promedio-historico-20221003-0081.html>
- Leiva, C. (5 de diciembre de 2022). Ahora Hidráulica saldrá a cobrar multas a regantes que roben agua de los canales. *Diario de Cuyo*. Recuperado el 21 de febrero de 2023 de <https://www.diariodecuyo.com.ar/economia/Ahora-Hidraulica-saldr-a-cobrar-multas-a-regantes-que-roben-agua-de-los-canales--20221204-0048.html>
- Maass, M. (2003). Principios generales sobre manejo de ecosistemas. En: Conservación de ecosistemas templados de montaña en México, O. Sánchez, E. Vega, E. Peters y O. Monroy-Vilchis (editores). Instituto

- Nacional de Ecología, México, pp. 117-137.
- Madrigal, L. (2015). *II. Revisión de enfoques teóricos (Marco Teórico-Conceptual y de Referencia)*. Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Planeación Urbana y Regional.
- Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (s.f.). Tipos de Sequía. Recuperado de http://sat.agro.bo/sites/default/files/uploadfiles/doc_publicaciones/glosariodeterminos.pdf
- Ministerio de Obras y Servicios Públicos. (11 de octubre de 2022). El Departamento de Hidráulica presentó el Pronóstico Hídrico. Si San Juan. Recuperado el 17 de noviembre de 2022 de <https://sisanjuan.gob.ar/planificacion-e-infraestructura/2022-10-11/44509-el-departamento-de-hidraulica-presento-el-pronostico-hidrico>
- Ministerio de Obras y Servicios Públicos. (27 de septiembre de 2022). Calingasta sumó sus aportes a la Mesa del Agua. Si San Juan. Recuperado el 23 de febrero de 2023 de https://sisanjuan.gob.ar/planificacion-e-infraestructura/2022-09-27/44213-calingasta-sumo-sus-aportes-a-la-mesa-del-agua?g5_not_found=1
- Ministerio de Obras y Servicios Públicos. (5 de noviembre de 2022). La Mesa del Agua evaluó positivamente el proyecto de fomento a la eficiencia hídrica. Si San Juan. Recuperado el 12 de marzo de 2023 de <https://sisanjuan.gob.ar/planificacion-e-infraestructura/2022-11-05/45200-la-mesa-del-agua-evaluo-positivamente-el-proyecto-de-fomento-a-la-eficiencia-hidrica>
- Miranda, O. (1999). El uso del agua subterránea para riego en los valles sanjuaninos. *THEOMAI: Red de estudios sobre Sociedad, Naturaleza y Desarrollo*. Recuperado de <http://theomai.unq.edu.ar/artmiranda002.htm>
- Miranda, O. (2015). El riego en la provincia de San Juan, Argentina: Su dinámica institucional en los últimos dos siglos. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 12 (3), 385-408.
- Miranda, O. (s.f.). El uso de agua subterránea para riego en los valles sanjuaninos. INTA. Disponible en: <http://theomai.unq.edu.ar/artmiranda002.htm>
- Montenegro, M. (3 de octubre de 2019). Diques de San Juan: Monumentales obras de ingeniería que aseguran agua y energía. Si San Juan. Recuperado el 18 de noviembre de 2022 de <https://sisanjuan.gob.ar/interes-general/2019-10-03/17803-diques-de-san-juan-monumentales-obras-de-ingenieria-que-aseguran-agua-y-energia>
- OSSE. (27 de agosto de 2022). Acueducto Gran Tulum: Quedó instalada la pieza que será hito para el futuro de San Juan. Si San Juan. Recuperado el 12 de noviembre de 2022 de <https://sisanjuan.gob.ar/osse/2022-08-27/43414-acueducto-gran-tulum-quedo-instalada-la-pieza-que-sera-hito-para-el-futuro-de-san-juan>
- Pereyra, A. (2014). El riesgo a las inundaciones en la trama de los eventos extremos. En: Carballo, C. y Goldberg, S. *Comunidad e información ambiental del riesgo. Las inundaciones y el río Luján*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Dunken. pág. 13-26. <https://repositorio.uvq.edu.ar/detail/4884/>
- PNUD Paraguay. (2006). *Usos y Gobernabilidad del Agua en el Paraguay*. Asunción, Paraguay: Desarrollo Humano Paraguay.
- Poblete, A.G y Hryciw, M.C. (2017). Origen y variabilidad del recurso hídrico de los principales oasis de la

- provincia de San Juan. *Boletín de Estudios Geográficos*, 107, 9-20.
- Poblete, A.G.; Hryciw, M.C. y Vera, M.J. (2017). Cuánto influye en ENSO sobre la caída de nieve en los Andes Áridos. *Revista de Geografía*, 21 (21), 21-30.
- Prensa Ministerio de Obras y Servicios Públicos. (13 de octubre de 2020). Presentaron el pronóstico hídrico. *Si San Juan*. Recuperado el 17 de septiembre de 2022 de <https://sisanjuan.gob.ar/planificacion-e-infraestructura/2020-10-13/26571-presentaron-el-pronostico-hidrico>
- Prensa Ministerio de Obras y Servicios Públicos. (28 de febrero de 2023). Realizaron ajustes al programa de cortes de agua de riego. *Si San Juan*. Reuperado el 2 de marzo de 2023 de <https://sisanjuan.gob.ar/planificacion-e-infraestructura/2023-02-28/47501-realizaron-ajustes-al-programa-de-cortes-de-agua-de-riego>
- Prensa Ministerio de Obras y Servicios Públicos. (5 de noviembre de 2022). La Mesa del Agua evaluó positivamente el proyecto de fomento a la eficiencia hídrica. *Si San Juan*. Recuperado el 14 de diciembre de 2022 de <https://sisanjuan.gob.ar/planificacion-e-infraestructura/2022-11-05/45200-la-mesa-del-agua-evaluo-positivamente-el-proyecto-de-fomento-a-la-eficiencia-hidrica>
- PROSAP (2013). Regar, desafío del desierto. Historia y legislación actual del agua de riego en San Juan. Gobierno de la provincia de San Juan.
- Proyectos en Desarrollo: Central Hidroeléctrica el Tambolar. (s.f.). EPSE. Recuperado el 15 de diciembre de 2022 de <https://www.epsesanjuan.com.ar/index.php/web/proyecto/central-hidroelectrica-el-tambolar/9>
- Punta Negra ya embalsa agua. El anuncio de El Horcajo. (29 de agosto de 2015). *EnerNews*. Recuperado el 20 de octubre de 2022 de <https://enernews.com/nota/287319/punta-negra-ya-embalsa-agua-el-anuncio-de-el-horcajo>
- Punta Negra (s.f.). *TECHINT: Ingeniería y Construcción*. Recuperado el 13 de diciembre de 2022 de <https://www.techint.com/es/nuestros-proyectos/punta-negra>
- Putelli, C. (10 de enero de 2023). Sequía en San Juan: Empezarán a multar a camiones que roben agua de canales. *Huarpe*. Recuperado el 20 de febrero de 2023 de <https://www.diariohuarpe.com/nota/sequia-en-san-juan-empezaran-a-multar-a-camiones-que-roben-agua-de-canales--202311015120>
- Putelli, C. (11 de octubre de 2022). Confirmaron el pronóstico hídrico 2022/23: Es de 992, 88hm³. *Huarpe*. Recuperado el 15 de diciembre de 2022 de <https://www.diariohuarpe.com/nota/confirmaron-el-pronostico-hidrico-2022-23-es-de-992-88-hm3-202210119100>
- Putelli, C. (15 de agosto de 2022). Con imágenes satelitales, buscarán fincas en desuso para no darles agua. *Huarpe*. Recuperado el 9 de marzo de 2023 de <https://www.diariohuarpe.com/nota/hidraulica-quiere-dejar-de-entregar-agua-a-fincas-abandonadas-20228152340>
- Redacción Diario de Cuyo. (1 de abril de 2022). Sigue la búsqueda de acciones para solucionar la crisis hídrica. *Diario de Cuyo*. Recuperado el 2 de marzo de 2023 de <https://www.diariodecuyo.com.ar/politica/Sigue-la-busqueda-de-acciones-para-solucionar-la-crisis-hidrica-20220401-0004.html>
- Redacción Diario de Cuyo. (29 julio de 2022). Ahora eligen la forestación de cada barrio de acuerdo a las

condiciones del terreno. *Diario de Cuyo*. Recuperado el 17 de febrero de 2022 de <https://www.diariodecuyo.com.ar/sanjuan/Ahora-eligen-la-forestacion-de-cada-barrio-de-acuerdo-a-las-condiciones-del-terreno-20220728-0089.html>

Redacción Diario de Cuyo. (3 de febrero de 2021). Con el bajo caudal que trae el río San Juan, ¿Cómo están los 3 diques en medio de la sequía?. *Diario de Cuyo*. Recuperado el 16 de diciembre de 2022 de <https://www.diariodecuyo.com.ar/economia/Con-el-bajo-caudal-que-trae-el-rio-San-Juan-como-estan-los-3-diques-en-medio-de-la-sequia-20210203-0010.html>

Redacción Diario de Cuyo. (31 de diciembre de 2021). San Juan se encontró en 2021 frente a la peor falta de agua en 100 años. *Diario de Cuyo*. Recuperado el 17 de septiembre de 2022 de <https://www.diariodecuyo.com.ar/sanjuan/San-Juan-se-encontro-en-2021-frente-a-la-peor-falta-de-agua-en-100-anos-20211231-0021.html>

Redacción Tiempo de San Juan. (14 de diciembre de 2021). Las medidas que toma San Juan para no poner en riesgo el consumo de agua potable. *Tiempo de San Juan*. Recuperado el 2 de febrero de 2023 de <https://www.tiempodesanjuan.com/sanjuan/2021/12/14/las-medidas-que-toma-san-juan-para-no-poner-en-riesgo-el-consumo-de-agua-potable-329470.html>

Redacción Tiempo de San Juan. (20 de octubre de 2021). Tras la disputa de regantes, ¿Es posible que el robo de agua sea penado por Flagrancia?. *Tiempo de San Juan*. Recuperado el 1 de febrero de 2023 de <https://www.tiempodesanjuan.com/policiales/2021/10/20/tras-la-disputa-de-regantes-es-posible-que-el-robo-de-agua-sea-penado-por-flagrancia-325703.html>

Redacción Tiempo de San Juan. (20 de octubre de 2021). Por la sequía, podrían faltar frutas y verduras en San Juan. *Tiempo de San Juan*. Recuperado el 20 de marzo de 2023 de <https://www.tiempodesanjuan.com/sanjuan/2021/10/20/por-la-sequia-podrian-faltar-frutas-verduras-en-san-juan-325673.html>

Redacción Tiempo de San Juan. (25 de octubre de 2021). Por la crisis hídrica, Flagrancia recaerá sobre los que roben agua de regadío. *Tiempo de San Juan*. Recuperado el 1 de febrero de 2023 de <https://www.tiempodesanjuan.com/sanjuan/2021/12/14/las-medidas-que-toma-san-juan-para-no-poner-en-riesgo-el-consumo-de-agua-potable-329470.html>

Redacción Tiempo de San Juan. (25 de octubre de 2022). Medidores de agua: Se presentaron dos empresas y calculan instalar la mitad en diciembre. *Tiempo de San Juan*. Recuperado el 17 de febrero de 2023 de <https://www.tiempodesanjuan.com/san-juan/medidores-agua-se-presentaron-dos-empresas-y-calculan-instalar-la-mitad-diciembre-n337444>

Redacción Tiempo de San Juan. (30 de diciembre de 2022). Inició la instalación de medidores de agua en el Gran San Juan. *Tiempo de San Juan*. Recuperado el 5 de febrero de 2023 de <https://www.tiempodesanjuan.com/san-juan/inicio-la-instalacion-medidores-agua-el-gran-san-juan-n341490>

Redacción Tiempo de San Juan. (8 de abril de 2015). El último dique: Dique El Horcajo, cada vez más cerca. *Tiempo de San Juan*. Recuperado el 15 de diciembre de 2022 de

<https://www.tiempodesanjuan.com/sanjuan/2015/4/8/dique-horcajo-cada-cerca-84690.html>

Redacción Tiempo de San Juan. (8 de noviembre de 2021). Los sanjuaninos consumen 750 litros por día de agua y la media mundial es de 250 litros. *Tiempo de San Juan*. Recuperado el 20 de diciembre de 2022 de <https://www.tiempodesanjuan.com/sanjuan/2021/11/8/los-sanjuaninos-consumen-750-litros-por-dia-de-agua-la-media-mundial-es-de-250-litros-326910.html>

Redacción Tiempo de San Juan. (8 de noviembre de 2021). Sequía en Sn Juan: Los números de los pronósticos hídricos de la última década. *Tiempo de San Juan*. Recuperado el 10 de diciembre de 2022 de <https://www.tiempodesanjuan.com/sanjuan/2021/11/8/sequia-en-san-juan-los-numeros-de-los-pronosticos-hidricos-de-la-ultima-decada-326947.html>

Represa El Tambolar, un proyecto que significa más productividad y energía renovable para San Juan. (17 de julio de 2018). *Argentina.gob.ar*. Recuperado el 12 de diciembre de 2022 de <https://www.argentina.gob.ar/noticias/represa-el-tambolar-un-proyecto-que-significa-mas-productividad-y-energía-renovable-para>

Roco Navea, C. (5 de octubre de 2022). San Juan formará parte de un ambicioso proyecto nacional para cuidar el agua. *Tiempo de San Juan*. Recuperado el 2 de marzo de 2023 de <https://www.tiempodesanjuan.com/san-juan/san-juan-formara-parte-un-ambicioso-proyecto-nacional-cuidar-el-agua-n336155>

Rodríguez, F. (8 de agosto de 2022). Los diques de San Juan tendrán menos del 20% de su capacidad total de agua. *Huarpe*. Recuperado el 17 de diciembre de 2022 de <https://www.diariohuarpe.com/nota/los-diques-de-san-juan-tendran-menos-del-20-de-su-capacidad-total-de-agua-2022881880>

Salvioli, L. (s.f.). *Informe sobre dinámica del agua del Parque Provincial Presidente Sarmiento: Escenario para la construcción de responsabilidad ambiental ciudadana y desarrollo local*. San Juan, Argentina: Universidad Nacional de San Juan.

Selasco, S. (31 de marzo de 2022). San Juan llegó a una situación extrema: Por la sequía cortarán el agua de riego desde el 13 de abril por 130 días: Priorizamos el consumo humano”, dijo Ariel Lucero, ministro de la Producción. *Bichos de campo*. Recuperado el 3 de marzo de 2023 de <https://bichosdecampo.com/san-juan-llego-a-una-situacion-extrema-por-la-sequia-cortaran-el-agua-de-riego-desde-el-13-de-abril-por-130-dias-priorizamos-el-consumo-humano-dijo-ariel-lucero-ministro-de-la-pr/>

Sitio oficial “Gestión Integral de cuencas hidrográficas”. Disponible en: <http://www.unsjcuencas.com.ar/> [consultado el 23 de febrero de 2023]

Sitio oficial “Mesa del Agua”. Disponible en: <https://sisanjuan.gob.ar/lineamientos-mesa-del-agua> [consultado el 25-02-2023]

Sitio oficial “NOAA: Administración Nacional Oceánica y Atmosférica”. Disponible en: https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php [consultado el 20-09-2022]

Solanes, M. y González, F. (s.f.). Los Principios de Dublín reflejados en una Evaluación Corporativa de

- Ordenamientos Institucionales y Legales para una Gestión Integrada del Agua. *Tac background papers*, 3, 1-44.
- Trelles, J.A. (2021). Clase No. 3. Principios básicos del Manejo Ambiental. Seminario: Manejo Ambiental. Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires, Argentina
- Valiente, O.M. (2001). Sequía: Definiciones, tipologías y métodos de cuantificación. *Investigaciones Geográficas*, 26, 59-80. Recuperado de <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/363/1/Marcos%20Valiente-Sequia.pdf>
- Vich, A.; Lauro, C.; Bizzotto, F.; Vaccarino, E. y Manduca, F. (s.f.). Recursos hídricos superficiales. *San Juan Ambiental*, 2-28.
- Walter, M. (10 de marzo de 2023). Medidores: Ya registraron derroches en barrios pudientes, ¿Dónde colocarán los próximos aparatos?. *Tiempo de San Juan*. Recuperado el 16 de marzo de 2023 de <https://www.tiempodesanjuan.com/san-juan/medidores-ya-registraron-derroches-barrios-pudientes-donde-colocaran-los-proximos-aparatos-n345397>

ANEXO 1. CAUDALES MEDIOS Y DERRAMES ANUALES

A continuación se presenta una tabla que contiene los valores correspondientes al caudal medio anual en m^3/s y el derrame anual en hm^3 . Cabe aclarar que para las cuencas hidrográficas del hemisferio sur el año hidrológico se inicia en julio y finaliza en junio del año siguiente, lo cual permite distinguir en forma clara los meses de crecida de las mismas.

Año Hidrológico	Caudal medio anual (m^3/seg)	Derrame anual (hm^3)
1909-10	34,6	1.091
1910-11	30	944
1911-12	26,4	834
1912-13	58,4	1.838
1913-14	33	1.040
1914-15	208	6.526
1915-16	143,2	4.534
1916-17	54,1	1.708
1917-18	34	1.068
1918-19	60,9	1.921
1919-20	223,7	7.085
1920-21	96,8	3.047
1921-22	117,7	3.711
1922-23	76,5	2.411
1923-24	54,0	1.708
1924-25	29,8	937
1925-26	47,4	1.494
1926-27	139,5	4.392
1927-28	75,3	2.384
1928-29	59,9	1.885
1929-30	62,7	1.974
1930-31	123,3	3.871
1931-32	87,5	2.772
1932-33	51,7	1.628
1933-34	50,9	1.605
1934-35	103,6	3.263
1935-36	50,1	1.581
1936-37	44,7	1.411
1937-38	66,6	2.102
1938-39	38,7	1.219
1939-40	32	1.010
1940-41	69,8	2.201
1941-42	163,6	5.152
1942-43	92,6	2.919
1943-44	67,7	2.138
1944-45	88,8	2.797
1945-46	42,7	1.346
1946-47	36,6	1.152
1947-48	37,8	1.195
1948-49	59,1	1.867
1949-50	36,2	1.140
1950-51	38,8	1.225
1951-52	33,8	1.059
1952-53	49,5	1.563
1953-54	122,7	3.868

1954-55	60,4	1.905
1955-56	42,6	1.347
1956-57	31,4	989
1957-58	61,3	1.933
1958-59	39,9	1.260
1959-60	40	1.264
1960-61	44,1	1.393
1961-62	52,2	1.645
1962-63	37,7	1.187
1963-64	81	2.567
1964-65	34,1	1.076
1965-66	88,9	2.801
1966-67	49,7	1.566
1967-68	30,9	977
1968-69	19,9	627
1969-70	28,3	892
1970-71	21	662
1971-72	23,5	742
1972-73	101,5	3.196
1973-74	53,5	1.685
1974-75	52,9	1.668
1975-76	34,3	1.086
1976-77	28,9	910
1977-78	71,3	2.248
1978-79	101,1	3.193
1979-80	46,4	1.468
1980-81	73,5	2.314
1981-82	32,5	1.026
1982-83	120,6	3.793
1983-84	83,2	2.631
1984-85	114,6	3.621
1985-86	45,8	1.444
1986-87	80,8	2.551
1987-88	147,4	4.664
1988-89	52	1.640
1989-90	50,9	1.605
1990-91	32,3	1.018
1991-92	77,2	2.439
1992-93	77	2.427
1993-94	53,8	1.696
1994-95	46,5	1.466
1995-96	30,2	956
1996-97	23,6	743
1997-98	124,7	3.935
1998-99	44,7	1.411
1999-00	40,8	1.291
2000-01	66,6	2.100
2001-02	60,4	1.905
2002-03	105,2	3.316
2003-04	60,3	1.906
2004-05	37,8	1.192
2005-06	90,5	2.853
2006-07	72,7	2.295
2007-08	58	1.835
2008-09	69,8	2.202
2009-10	44,3	1.398

2010-11	27,1	854
2011-12	33,4	1.055
2012-13	33,4	1.050
2013-14	35,4	1.116
2014-15	22,8	719
2015-16	53,81	1.701,7
2016-17	73,85	2.328,9
2017-18	35,52	1.120,4
2018-19	30,54	1052
2019-20	19,43	636
2020-21	18,29	815
2021-22	14,38	450
2022-23	27,83	992, 8
Valor medio	61,42	1.942

Fuente: Base de datos del Departamento de Hidráulica y fuentes alternativas.

A los fines de poder completar la serie de datos de los años faltantes se recurrió a información brindada por otros organismos estatales y diarios locales, tales como:

<https://snih.hidricosargentina.gob.ar/Filtros.aspx>

<https://www.tiempodesanjuan.com/sanjuan/2021/11/8/sequia-en-san-juan-los-numeros-de-los-pronosticos-hidricos-de-la-ultima-decada-326947.html>

<https://www.revistainternos.com.ar/2021/08/preocupa-la-crisis-hidrica-en-rio-negro-san-juan-y-mendoza>

<https://observatorioambiental.sanjuan.gob.ar/agua-2/#textoagua>

<https://sisanjuan.gob.ar/planificacion-e-infraestructura/2020-10-13/26571-presentaron-el-pronostico-hidrico>

<https://hidraulica.sanjuan.gov.ar/pronostico2021.pdf>

<https://sisanjuan.gob.ar/planificacion-e-infraestructura/2022-10-11/44509-el-departamento-de-hidraulica-presento-el-pronostico-hídrico>