



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN
PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA EN EL ÁRIDO**

Diagnóstico Interinstitucional

Diciembre del 2023

**Estado de situación de los recursos hídricos en la
Provincia de San Juan**

INTRODUCCIÓN	2
SISTEMA HÍDRICO DE SAN JUAN: CASO CUENCA DEL RÍO SAN JUAN	4
Cuenca alta o zona de aportes	5
Cuenca media u oasis irrigado.....	6
Cuenca baja o secano	11
Breve caracterización de la gestión del recurso hídrico en los oasis irrigados.....	13
Impactos de una gestión deficiente	18
SITUACIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA EN LA CUENCA DEL RÍO SAN JUAN	20
Agua superficial	20
Agua subterránea.....	20
LA GESTIÓN EN CRISIS	23
Marco legal extemporáneo y en crisis	24
Cambios necesarios en el paradigma de gestión del recurso hídrico	26
Modernización institucional y tecnológica como motor del desarrollo provincial ...	28

El presente documento ha sido desarrollado por el Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación para la Gestión Integral del Agua en el Árido (CIGIAA), el cual está integrado por 4 instituciones públicas pertenecientes al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología: - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), - Universidad Nacional de San Juan (UNSJ), - Instituto Nacional del Agua (INA), - Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE). Conformando además este Centro el Gobierno de la Provincia de San Juan.

La visión del CIGIAA es convertirse en un centro científico tecnológico multiinstitucional, interdisciplinario, de importancia regional, nacional e internacional, preparado para producir conocimiento científico-socio-técnico relevante, que oriente a todas las organizaciones de la sociedad civil en el manejo del recurso hídrico y, en particular, a los gobiernos locales en el diseño y ejecución de políticas públicas que garanticen a sus habitantes el derecho humano y social del acceso al agua de calidad, generando alternativas con criterios fundados para la intervención en pujas redistributivas en épocas de escasez de agua.

Desde el CIGIAA se promueve la articulación entre las instituciones participantes, para impulsar la multidisciplinariedad, complementar y coordinar sus actividades y recursos, con el objetivo de generar conocimientos, capacidades, servicios y nuevas tecnologías que contribuyan a mejorar la gestión, maximizar la eficiencia de uso y asegurar la sostenibilidad de los recursos hídricos a nivel de cuenca en el entorno socio-productivo del Oeste argentino. Todas estas acciones apuntan a tener una fuerte vinculación con instituciones de la sociedad civil y gobiernos locales.

Así, uno de los objetivos de este Centro será generar un ámbito interinstitucional de consenso en el campo de la investigación aplicada, la extensión, la transferencia y la formación de toda la ciudadanía en relación a la gestión de los recursos hídricos. Al ser el agua un factor determinante en el desarrollo económico y social del cual depende el 100% de las actividades humanas, resulta imperativo que los temas hídricos sean tratados de forma integral e interdisciplinaria. Los resultados esperados a partir de esta propuesta están direccionados a la generación de conocimientos que apoyen a los responsables de la toma de decisiones en la gestión sostenible y sustentable de los recursos hídricos.

INTRODUCCIÓN

A nivel global, los gestores, tanto gubernamentales como del sector privado, han de tomar decisiones complejas sobre la asignación del agua. Con frecuencia se enfrentan a una oferta que disminuye frente a una demanda creciente. Factores tales como: cambios en el crecimiento demográfico, migración del campo a las ciudades, mayor demanda de alimentos y calidad de vida, competencia entre los diferentes usos del agua, la degradación y contaminación de los ecosistemas y la variabilidad de la oferta hídrica producto del calentamiento global, presionan sobre la disponibilidad de agua.

El tradicional enfoque fragmentado de análisis y acción ya no resulta válido y se hace esencial un enfoque holístico para la gestión del agua. Éste es el fundamento de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), aceptado internacionalmente por la Organización de Naciones Unidas (ONU) como el camino hacia un desarrollo y gestión eficientes, equitativos y sostenibles de uno de los recursos que cada vez presenta mayores limitaciones.

La GIRH exige abordar la cuenca como unidad de análisis. Una cuenca hidrológica¹ es una unidad territorial formada por un río con sus afluentes, un área colectora de las aguas y una zona de descarga. En la cuenca están contenidos todos los recursos naturales básicos para las múltiples actividades humanas, como agua, suelo, vegetación y fauna. Todos ellos mantienen una continua y particular interacción con el aprovechamiento y desarrollo productivo de la sociedad, estructurados bajo un marco jurídico-institucional.

En base a las definiciones que anteceden, en el presente documento se realiza una síntesis de los aspectos vinculados a la eficiencia, equidad y sostenibilidad de la gestión de los recursos hídricos en la provincia de San Juan. Para ello, se hace foco en la cuenca del río San Juan, por su representatividad con respecto a las cuencas del oeste árido argentino y por la escala de su impacto social, ambiental y económico en la provincia.

Si bien hay un consenso en que la región está atravesando uno de los períodos de menor oferta hídrica de la historia, esto no es suficiente para comprender los factores

¹ Cuenca hidrológica se refiere a los recursos hídricos superficiales y subterráneos.

que desencadenan una situación de sequía. Para ello, es necesario incorporar al diagnóstico cómo se gestiona el flujo de agua en la cuenca y los requerimientos de consumo. A esto lo llamamos el *ciclo hidro-social*, que se define como un proceso socio-natural a lo largo del cual el agua y las sociedades se co-constituyen una a otra a través del tiempo y el espacio, considerando cómo los flujos de agua son condicionados por determinadas relaciones de poder dentro de una sociedad.

Las asimetrías de poder entre regiones, sectores y actores impactan sobre la equidad en la distribución, la eficiencia en el uso y la sostenibilidad del recurso, acentuando la escasez. En este sentido, hay un consenso en el ámbito científico y académico internacional que el núcleo del problema está en la inadecuada gestión y gobernanza del recurso.

Por lo tanto, la concepción de *ciclo hidro-social*, en la cuenca del río San Juan, permite incorporar dimensiones en el diagnóstico del problema y delinear los cambios estructurales necesarios para gestionar el agua, el recurso condicionante del desarrollo de la región.

En la provincia de San Juan, y no es muy distinto en el resto de las jurisdicciones, la distribución del recurso hídrico, muchas veces amparada en usos, costumbres y leyes extemporáneas, han producido un desbalance entre la oferta y la demanda de agua en reiteradas oportunidades. Este fenómeno se ve materializado y profundizado tanto en ciclos de alta, como de baja oferta natural del recurso.

El objetivo del presente documento es comunicar a los decisores políticos, y a la comunidad en general, sobre la situación hídrica del oeste argentino. Para ello se toma como caso testigo a la cuenca del río San Juan, con un análisis multidisciplinario de instituciones relacionadas al estudio del recurso hídrico.

SISTEMA HÍDRICO DE SAN JUAN: CASO CUENCA DEL RÍO SAN JUAN

La provincia de San Juan, al encontrarse ubicada en el centro oeste de la República Argentina, forma parte de la denominada “diagonal árida” que abarca casi el 70% de la superficie del territorio nacional. La provincia cuenta con una superficie de 89.651 km², registra una precipitación anual media inferior a los 100 mm, y su geología condiciona a que las actividades socio productivas se desarrollen, casi en su totalidad, en los oasis irrigados, los que representan menos del 3% de la superficie.

Dentro del territorio provincial es posible identificar tres grandes cuencas. La cuenca del río San Juan (CRSJ), la cuenca del río Jáchal (CRJ) y la cuenca del Valle Fértil (CVF). Las CRSJ y CRJ tienen su origen en la cordillera de Los Andes y sus afluentes y ríos principales recorren la provincia de Oeste a Este, atravesando la precordillera y dando sustento a oasis irrigados en diferentes valles. La CVF tiene su origen en el sistema montañoso de Valle Fértil perteneciente a las sierras pampeanas.

La fuente de agua, tanto superficial como subterránea, de las cuencas de los ríos San Juan y Jáchal proviene, casi exclusivamente, de la nieve y cuerpos de hielo de las altas cumbres de la cordillera de Los Andes. En ellas, la nieve se acumula como consecuencia de tormentas frontales provenientes del Océano Pacífico, habituales durante el invierno, para luego derramar por la cuenca durante el deshielo estival. A diferencia de estas, la fuente de agua de la CVF proviene de las precipitaciones, principalmente estivales, que se producen en las Sierras de Valle Fértil.

La CRSJ es la más importante de la provincia, y a lo largo del recorrido de su río principal y afluentes, encuentran sustento los oasis irrigados de los valles de Calingasta, Ullum, Zonda y Tulum, continuando su curso por la llanura árida del sureste de la provincia, aportando a los humedales de las lagunas Del Rosario y Guanacache.

La Figura 1 representa en forma esquemática una cuenca hidrográfica del Oeste árido argentino. En ella pueden identificarse tres ambientes que permiten conceptualizar el flujo físico y usos del agua en estas regiones: *cuenca alta o zona de aportes*, *cuenca media u oasis irrigado* y finalmente la *cuenca baja o secano*.



Figura 1: Esquema conceptual de una cuenca hidrológica del oeste árido argentino.

Cuenca alta o zona de aportes

En la cuenca alta se producen las precipitaciones, principalmente nievos, que determinan, junto a los cuerpos de hielo (glaciares), la oferta de agua de todo el sistema. La menor oferta hídrica observada en la cuenca (con respecto a la media) en la última década se relaciona con menores precipitaciones nievos. Por otro lado, la versión actualizada del Inventario Provincial de Glaciares (IPG) estimó, entre los años 2017 y 2022, una retracción del 27,15% del área promedio de las geofformas que caracterizan al ambiente glacial sin coberturas detríticas². Esta diferencia está relacionada efectivamente a variaciones de cobertura nival, disminución de área, fragmentación de los cuerpos y desaparición de éstos a causa del calentamiento global.

En este ambiente, el principal uso es el minero con concesiones (en todo el departamento de Calingasta) por un máximo equivalente³ a 1169 ha. Es importante destacar que, en la actualidad, en esta región las concesiones mineras están destinadas a trabajos de exploración y prospección, ya que no hay proyectos en etapa de explotación. La segunda actividad productiva en este ambiente es el pastoreo de ganado, principalmente caprino y la elaboración artesanal de quesos, realizado por pastores chilenos. Esta actividad, trashumante ancestral, se conoce como “veranada”, y se estima que el consumo de agua de la misma, determinado principalmente por el consumo animal, equivale a menos de 4 ha bajo riego al año.

² Glaciares descubiertos y manchones de nieve-glaciaretos.

³ La concesión para riego agrícola se corresponde a un máximo de 1,3 litros por segundo y hectárea.

En la cuenca alta también se encuentran humedales de altura o vegas, ubicados en una altitud entre los 2000 y 4300 msnm. Son los ecosistemas de mayor importancia por su biodiversidad, productividad y porcentaje de cobertura de vegetación, en relación con otros ambientes de los Andes Centrales de Argentina.

Las vegas tienen efectos sobre la dinámica hidrológica de las cuencas: reducen la velocidad del agua, filtran los sedimentos, retienen el agua en la época de deshielo y liberan el agua en época estival. También brindan importantes servicios ecosistémicos, entre los que podemos mencionar: la captación de carbono, la protección de la calidad de las aguas, la regulación de los niveles de agua en los acuíferos y en el suelo, la atenuación de caudales máximos, el control de la erosión de los suelos y, por ende, los procesos de remoción de sedimentos en masa.

Las vegas son soporte de la biodiversidad y es el ecosistema que brinda la mayor producción de forraje y disponibilidad de agua para ganado y fauna en general. En la actualidad, estos ambientes muestran signos de degradación por una menor oferta hídrica y una mayor presión antrópica.

Al fusionarse la nieve durante el verano, el agua se infiltra en el terreno recargando los acuíferos altamente permeables existentes en la cordillera. Los mismos son el nivel de base para la formación de los ríos que finalmente forman el RSJ.

Cuenca media u oasis irrigado

En la cuenca del río San Juan, las primeras tomas de agua superficial para riego y consumo humano se encuentran en los ríos Los Patos, Blanco y Castaño, en el departamento de Calingasta. También se realiza la explotación de agua subterránea a través de perforaciones. En este departamento, de acuerdo al padrón de riego, existen concesiones para todos los usos equivalentes a 8820 ha, de las cuales 7513 ha son para riego.

A partir de la confluencia de los ríos Los Patos y Castaño, en el departamento de Calingasta, nace el río San Juan (Figura 2). A lo largo de su recorrido se han construido una serie de embalses en cascada. La finalidad principal de este sistema de embalses en cadena es la regulación de los caudales del río, la reserva hídrica para todos los usos y la generación de energía hidroeléctrica.

Actualmente se encuentra en construcción la presa El Tambolar (605 hm³), siendo el primer embalse que se encuentra sobre el RSJ. Siguiendo su curso, está el embalse Los Caracoles con una capacidad de almacenamiento de 565 hm³ y una capacidad de generación hidroeléctrica de 600 GWh anuales. Aguas abajo, se encuentra el embalse Punta Negra con una capacidad de almacenamiento a cota máxima de 500 hm³ y capacidad de generación de 296,6 GWh anuales. Luego de este embalse está el Dique Punta Negra, del cual se deriva el caudal para la central hidroeléctrica Ullum y para los canales de riego que sirven a los oasis irrigados de Zonda y Ullum, con dotaciones para todos los usos equivalentes a 2.374 ha y 3.394 ha, respectivamente. Aguas abajo y a escasa distancia se ubica el Embalse Quebrada de Ullum, el más antiguo (inaugurado en 1980), con una capacidad inicial de 400 hm³ y una potencialidad para generar energía de 165,0 GWh por año.

Es importante destacar que, por efecto de la sedimentación, en la actualidad la capacidad de los embalses se estima en 1333,5 hm³, cuando estos se encuentran en sus máximas cotas y las reservas disponibles de uso son sólo 754 hm³. Por razones de seguridad, las presas siempre deben estar dentro del rango establecido por los niveles mínimo y máximo admisibles. Éstos niveles de seguridad operacional son fijados por el Consejo Provincial de Seguridad de Presas y tienen como objetivo preservar la infraestructura de los diques y la calidad del agua para abastecer a la población de los valles de Tulum, Ullum y Zonda.

Desde el punto de vista de la infraestructura, el principal riesgo de no respetar los niveles mínimos admisibles es la posibilidad de inutilizar los descargadores de fondo de las presas, lo que puede ocurrir por el arrastre de sedimentos de crecidas repentinas durante las tormentas de verano. La obstrucción de estos elementos de seguridad provocaría un daño irreversible en la presa, convirtiéndola en una infraestructura poco segura. Por otro lado, desde el punto de vista del recurso, los bajos niveles de agua favorecen la turbidez y la proliferación de algas y microorganismos que deterioran la calidad del agua y dificultan su potabilización.

Los desembalses del dique Quebrada de Ullum suministran el agua hacia el sistema de distribución superficial para todos los usos en el oasis irrigado del valle del Tulum. El agua desembalsada toma carga en el dique nivelador José Ignacio De la Roza

donde puede distribuirse para potabilizar, descargar al lecho del río y conducir por el canal General Matriz.

El canal General Matriz alimenta el dique partidor San Emiliano, desde donde nace la red de riego en tres canales matrices: del Norte o Quiroga, del Centro o Ciudad, y del Sur o Céspedes. El sistema de canales luego se ramifica en secundarios y terciarios, irrigando los doce municipios del valle del Tulum. La red de riego totaliza 1.193,9 km de los cuales 867,7 km corresponden a canales revestidos y el resto 326,2 km a canales de tierra.

La red de riego en cada zona y departamento se compone generalmente de un canal secundario, con toma sobre el canal principal y una red de canales terciarios y acequias. Las acequias, en general, son de tierra con toma sobre los canales y sirven a una o más parcelas. Los excedentes de riego se conducen por el sistema de drenaje, son canalizados hasta su derrame en el cauce del río San Juan al sur-este del valle de Tulum. Por otro lado, la descarga natural del acuífero se produce por surgencia formando los arroyos Los Tapones y Agua Negra, en el límite entre el acuífero libre y el confinado (departamentos Santa Lucía y Rawson), cuya agua también se une al río San Juan al sur-este del oasis.

Como complemento del agua derivada del partidor San Emiliano, la red de riego del valle se refuerza con el aporte de aguas provenientes del acuífero subterráneo a través del bombeo, del encauzamiento de torrentes estacionales y la recuperación de drenajes.

**SISTEMA HÍDRICO RÍO SAN JUAN caudales medios observados
(28-11-2022)**

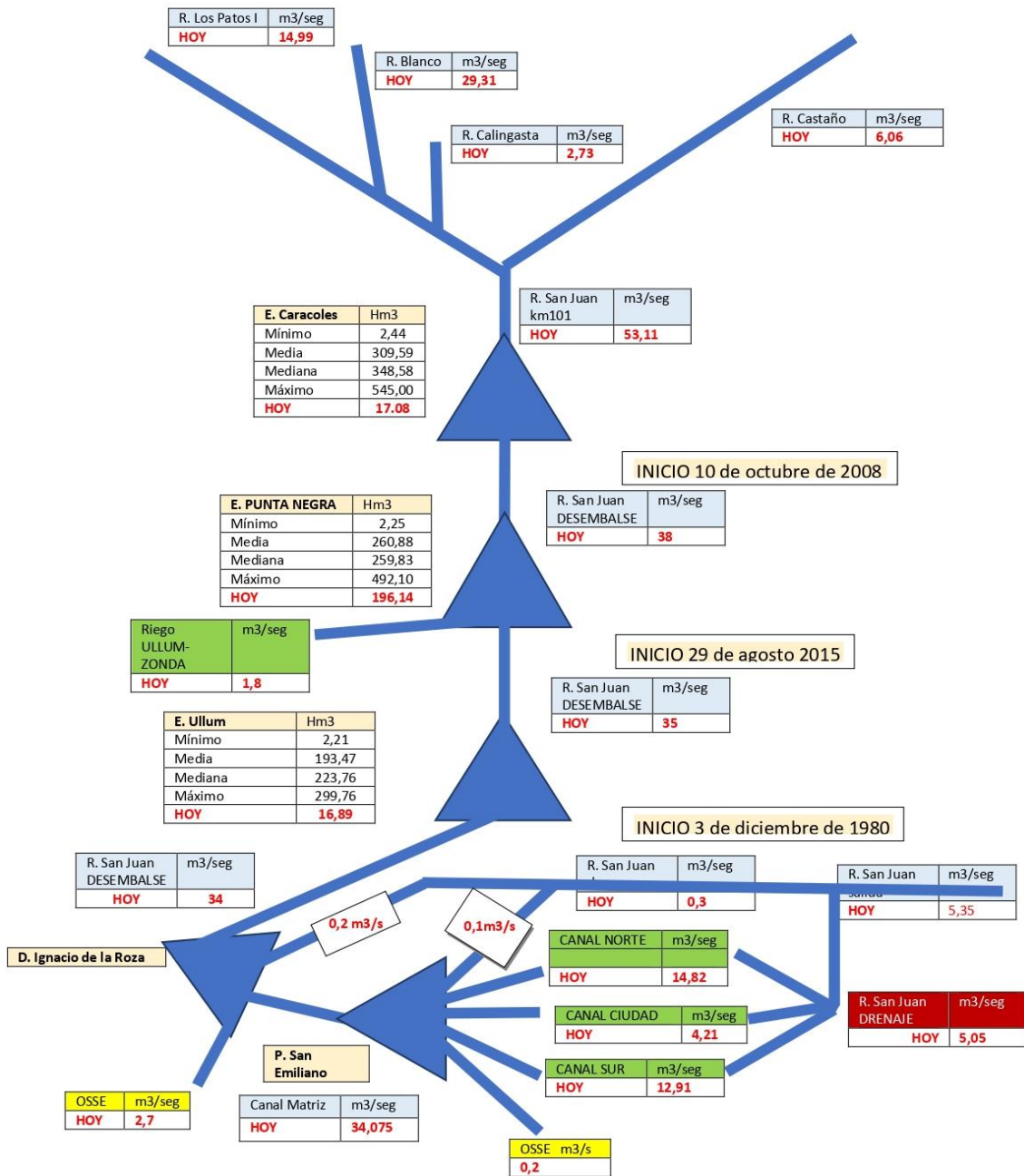


Figura 2: Modelo Conceptual del Sistema Hídrico (superficial) de la cuenca del río San Juan. Los caudales representados corresponden al día 28 de Noviembre del 2022. Dölling, O., 2023.

El aporte de agua subterránea al sistema es sustancial. Diferentes estudios afirman que los acuíferos de los valles que se encuentran a lo largo del recorrido del RSJ (Calingasta, Ullum-Zonda y Tulum), se recargan casi exclusivamente con los aportes del mismo.

El acuífero más importante de la provincia, por su volumen de almacenamiento y calidad de sus aguas, es el acuífero Tulum el cual subyace al Valle de Tulum (Figura 3). A partir de este se abastece más de la mitad del agua potable para la población, y se estima que en la temporada 21/22 aportó casi el 50% del volumen equivalente al distribuido superficialmente para el riego de los cultivos.

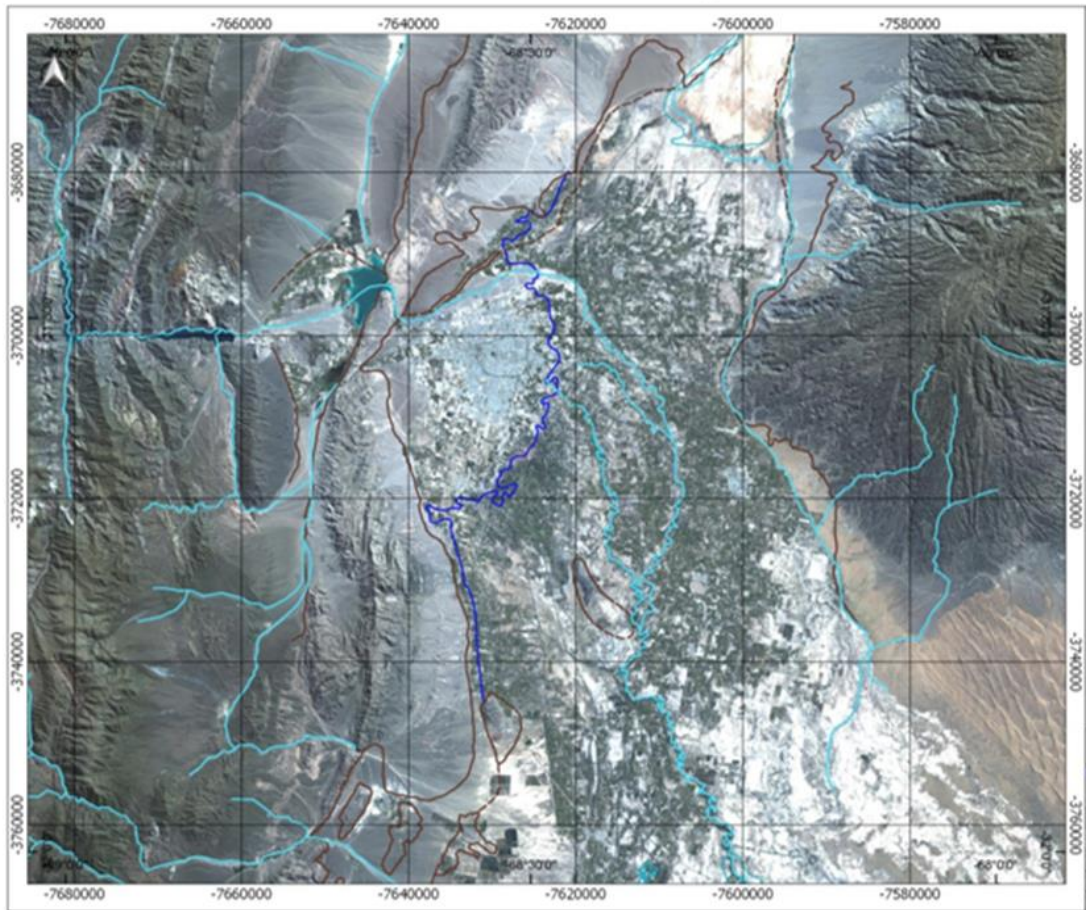


Figura 3: Representación espacial de la cuenca del río San Juan, el a que se muestran los cursos de agua superficial (Color celeste), límites de cuenca subterránea (color marrón) y límite entre acuífero libre y acuíferos con diferentes grados de confinamiento (color azul)

En toda su extensión y profundidad el acuífero se presenta como libre (AL), y con diferentes grados de confinamiento. La Figura 4 muestra esquemáticamente los diferentes tipos de acuíferos. El AL abarca una superficie de unas 30.000 ha, coincidente con el ápice del abanico aluvial antiguo del río San Juan, y en parte, constituye el área de recarga de la cuenca subterránea. Específicamente, este sector está ubicado entre el dique Ignacio de la Roza y el Puente de Albardón, el que se caracteriza por una alta permeabilidad y transmisibilidad. Por otro lado, en este área, la percolación profunda de agua proveniente del riego, del uso industrial y las pérdidas

del sistemas de provisión de agua potable y saneamiento, recargan en forma artificial el AL.

El resto del acuífero presenta un confinamiento parcial o total. El confinamiento es una forma natural de protección de un acuífero ya que la carga contaminante de la superficie no tiene contacto con el agua subterránea. Esto tiene como desventaja para los usuarios que el agua no está fácilmente disponible, sino que las perforaciones deben ser más profundas para obtener agua de mejor calidad. Los primeros metros de suelo albergan agua freática de elevada salinidad y residuos de compuestos que pueden ser lixiviados desde las capas superficiales del suelo. Así, el sector de abanico distal y llanura aluvial proximal, se asume bajo una condición de semiconfinamiento, variable en el tiempo; con ocurrencia intermitente de procesos de revenición y surgencia en perforaciones.

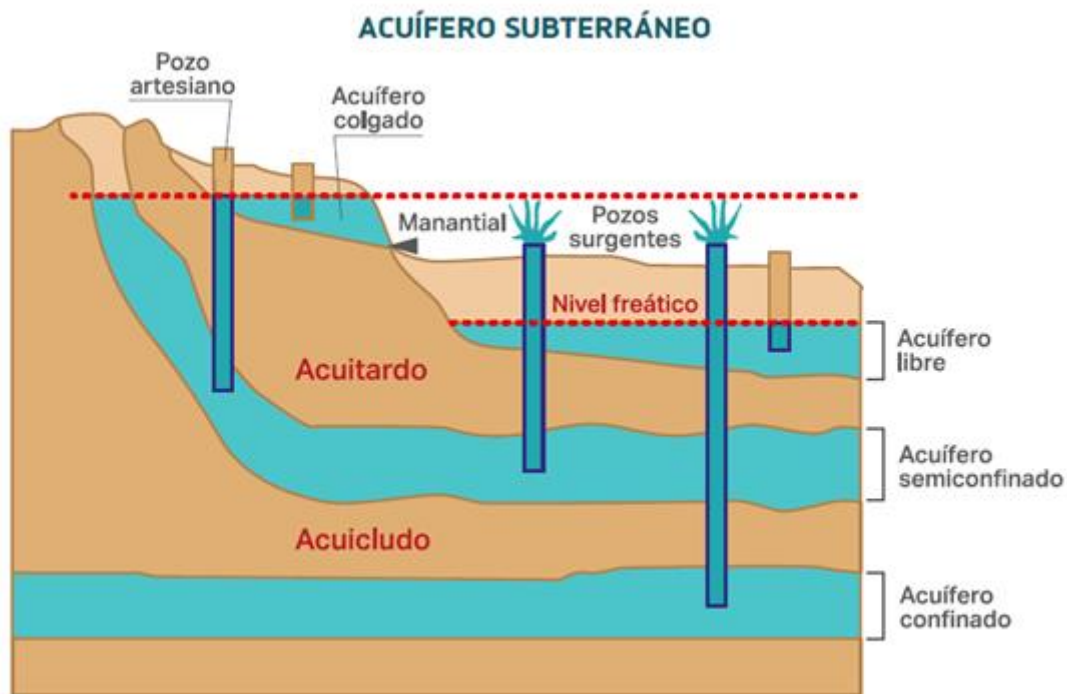


Figura 4: Representación esquemática de los diferentes tipos de acuíferos.

Cuenca baja o seco

Aguas abajo del oasis irrigado se encuentra la cuenca baja o seco. El río surca la llanura aluvial formando meandros y bañados que proveen agua a los, hoy casi extintos, humedales de las Lagunas de Guanacache y Del Rosario. En el mapa topográfico de la provincia de San Juan realizado por el Ing. Grothe en 1863, a pedido

del Gobernador Domingo F. Sarmiento, puede observarse la dimensión del sistema lacustre y cenagoso en el valle de Tulum (Figura 5). El mismo cubría una importante superficie del valle, partiendo desde los actuales departamentos de Santa Lucía, Rawson, Sur y Este de Pocito, Oeste 9 de julio y 25 de Mayo y, Norte y Este de Sarmiento, para luego continuar con la formación de las lagunas de Guanacache al sur de la provincia. Desde fines del siglo XIX y principios del XX se implementaron políticas de drenaje para ampliar la frontera agrícola al sur-este de la ciudad de San Juan.

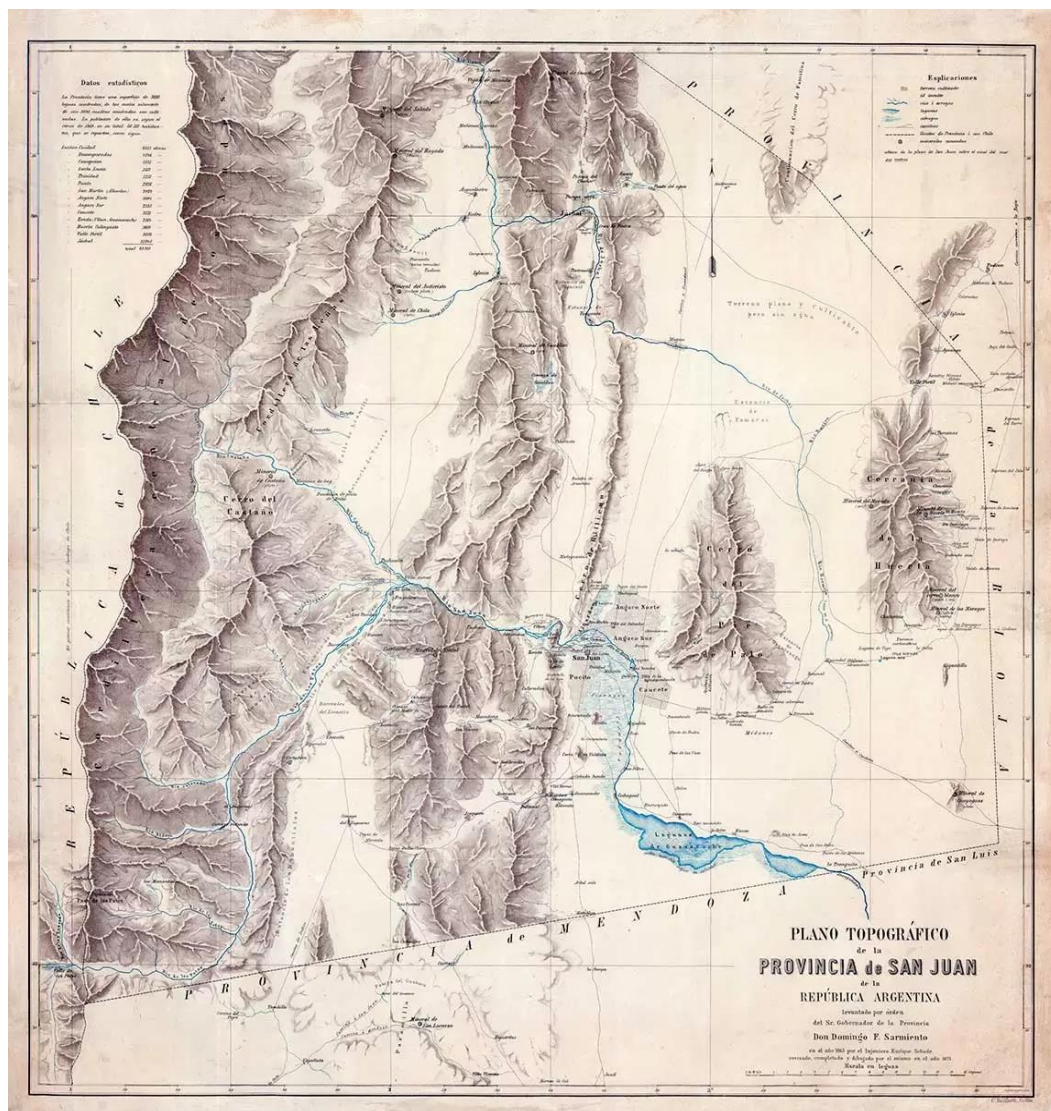


Figura 5. Mapa topográfico de la provincia de San Juan, relevado por el Ing. Grothe en 1863 y publicado en 1871, a pedido del Gobernador Domingo F. Sarmiento.

Esta región es la más extensa territorialmente, y representa un ambiente de extrema fragilidad que sufre un proceso de desertización acentuado desde fines del siglo XIX.

A una tendencia histórica de menores derrames en el río se sumó la expansión de tierras con derecho de riego, reteniendo el recurso aguas arriba. En simultáneo, hubo una fuerte presión sobre el monte nativo con la extracción de madera y leña, deforestando y degradando el algarrobal (consociación de especies forestales y arbustivas autóctonas). Este proceso de desertización redujo la capacidad del suelo de retener el agua de las escasas lluvias y, por lo tanto, se redujo la productividad (forrajera y maderera).

En este ambiente, la ausencia de un caudal mínimo en el lecho del río impacta negativamente, no solo en la cantidad y calidad del agua del mismo, sino también en el agua subterránea (freática) de su entorno. De esta freática no solo se sustentan muchas especies del algarrobal, sino también los habitantes del secano que acceden a ella a través de los denominados *pozos balde*, principalmente para consumo del ganado. Es así que, a la fecha, se ha llegado al extremo que la cantidad y calidad del agua es tal que, lejos de satisfacer el derecho humano al agua de los pobladores del secano, hay períodos en los que ni siquiera se satisfacen las necesidades de bebida del ganado.

Breve caracterización de la gestión del recurso hídrico en los oasis irrigados.

El uso del agua y su distribución está reglamentado por el Código de Aguas de la provincia de San Juan, promulgado en 1978. En él se establecen los diferentes usos, prioridad y dotación (cantidad). La Figura 6 muestra las concesiones de agua (superficial y subterránea) en la cuenca del río San Juan, representando el máximo consumo permitido para cada tipo de uso.

Concesiones de riego en la cuenca del río San Juan, expresados equivalente hectárea.

Fuente: elaboración propia en base a Plan de Gestión Integral de los Recursos Hídricos. San Juan 2023.

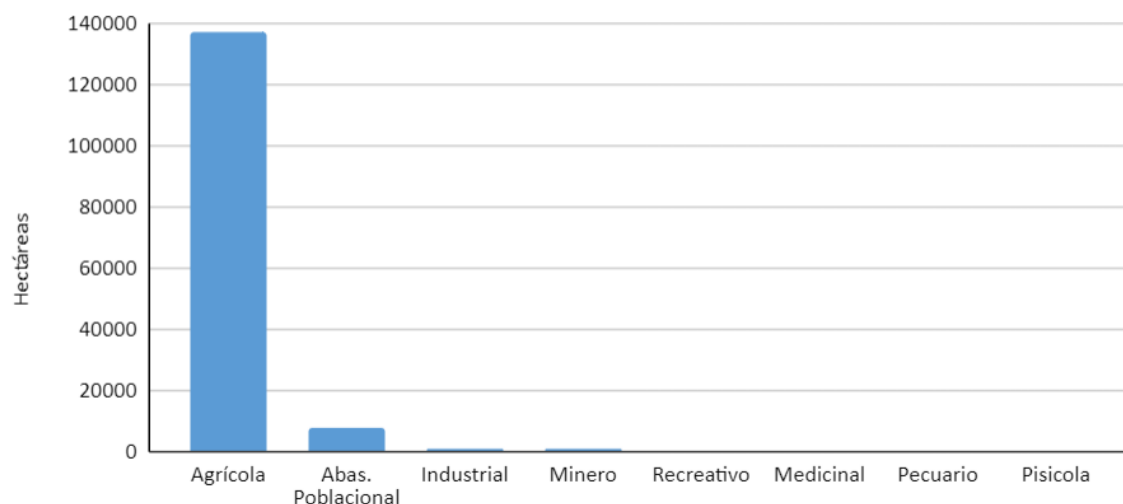


Figura 6: Concesiones de agua en la cuenca del río San Juan, expresado en equivalente hectárea. Fuente: elaboración propia en base al Plan Integral de Gestión de Recursos Hídricos.

El uso prioritario es el abastecimiento poblacional, por lo que el caudal del río derivado para este fin es fijo. La dotación para este uso representa en torno al 5% de las concesiones totales de la cuenca expresadas en hectáreas. Si consideramos el uso del caudal total del río, históricamente se extrajo entre un 7 y un 10%, pudiendo superar el 17% en períodos de derrames pobres. A esto se suma la captación de agua desde los acuíferos, que se estima complementa el 50% del consumo total de agua potable.

Es necesario destacar que el abastecimiento poblacional incluye otros usos aparte del domiciliario. Un desglose de este ítem estima que sólo un tercio del agua potable producida es consumida a nivel domiciliario (250 litros/hab/día), otro tercio es utilizada en industrias, construcción (obra pública y privada), recreación, instituciones públicas y privadas, entre otros usuarios. Si bien no hay datos locales de la eficiencia de uso en la red de agua potable, se estima que el tercio restante representa las pérdidas en el sistema de distribución.

El riego agrícola es el mayor concesionario de agua de la provincia y supera el 90% de los equivalentes hectárea concesionados en la cuenca del río San Juan. Es

importante destacar que los cultivos en los oasis irrigados pueden estar en tierras con derecho de riego y tierras sin derecho a riego superficial. La distinción clave entre una y otra es que el derecho a riego de una propiedad es inherente a la misma (inseparable) y a perpetuidad, condiciones amparadas por la reforma de la Constitución Provincial de 1986.

Otra consideración relevante es que la red de canales que distribuyen el agua para riego solo proveen a tierras con derecho de riego. A su vez, existen perforaciones públicas que extraen agua del acuífero y las vuelcan en la red de riego y perforaciones privadas que abastecen el sistema de riego de las propiedades donde están ubicadas. Diferente es el caso de las propiedades sin derecho de riego, las cuales sólo pueden abastecerse de agua subterránea.

Es necesario destacar que, a pesar de que la agricultura usa la mayor parte del recurso hídrico disponible, la superficie agrícola provincial se mantuvo relativamente estable e incluso decreció, si consideramos la superficie censada en 2018 (Tabla 1). De acuerdo a este último censo, la superficie bajo riego apenas supera las 52.000 ha, representando menos del 50% de la superficie empadronada para riego. La situación es aún más crítica si se considera que aproximadamente el 30% de la superficie actualmente cultivada está en tierras sin derecho a riego, no vinculadas al sistema de canales (Tabla 2).

Tabla 1. Evolución de la superficie cultivada en los oasis irrigados de los valles de Calingasta, Ullum, Zonda y Tulum y superficie empadronada 2023.

Valles cuenca del río San Juan	INDEC, CNA 1988	INDEC, CNA 2002	DH, 2007	INDEC, CNA 2008	INDEC, CNA 2018	Superficie empadronada para riego (DH)
Calingasta	3748	4.266	5.033	3.621	1.508	7.513,2
Ullum	1109	3.36	3.072	3.244	1.115	3.253,9
Zonda	1076	2.243	2.546	2.308	1.295	2.243,6
Tulum	58.139	63.807	83.484	66.691	48.172	124.079
Total	64072	73.676	94.137	75.864	52.09	137.089

Fuente: elaboración propia de acuerdo a Censo Nacional Agropecuario 1988, 2002, 2008 y 2018; Censo Departamento de Hidráulica 2007; y PGIEH, Gob. de San Juan, 2023).

El avance del área urbana sobre tierras con derecho de riego y la baja rentabilidad estructural de los cultivos tradicionales explican, en parte, la reducción de la superficie cultivada. Pero la baja proporción histórica de la superficie cultivada con respecto a la empadronada encuentra su explicación en la **gestión del recurso**.

El agua superficial para riego se distribuye por los canales con un criterio de gestión por oferta, basado en un coeficiente uniforme por superficie con derecho de riego y con una curva de distribución anual que tiene cierta coincidencia con la curva de caudales del río San Juan, la evapotranspiración de referencia⁴ en el valle de Tulum y la demanda del cultivo de la vid. Este criterio rígido de distribución del agua no tiene en cuenta un aspecto fundamental para el uso del agua en la finca, la planificación correcta de **cuándo y cuánto** regar. Para ello es necesario considerar las necesidades de agua de un cultivo en particular, las características del suelo y las condiciones climáticas donde se desarrollan.

Para comprender el resultado de la gestión del agua es necesario conocer la eficiencia global del sistema (EGS) de distribución del riego. Esta se define como la relación entre el volumen de agua necesario para satisfacer las necesidades netas de agua de los cultivos, en relación al volumen de agua efectivamente derivado en la cabecera del canal.

La Tabla 2, muestra valores locales calculados y estimados de las eficiencias que componen la EGS. Teniendo en cuenta estos antecedentes, es posible estimar que la EGS se encuentra entre el 15% y el 25% en el valle de Tulum. Esto se interpreta como que de cada 100 litros de agua distribuidos en el partidor San Emiliano, sólo entre 15 a 25 litros son consumidos por los cultivos. Si bien este es un escenario teórico construido con estudios puntuales, debido a que no hay una evaluación que considere todo el sistema en conjunto, permite identificar aquellos componentes donde hay mayores ineficiencias.

⁴ *La tasa de evapotranspiración de un cultivo de referencia que ocurre sin restricciones de agua.*

Tabla 2: Antecedentes de evaluaciones de eficiencia en diferentes secciones del sistema de riego superficial en San Juan y evaluaciones de eficiencia global en Mendoza.

Eficiencia de conducción canales impermeables	Eficiencia de gestión	Eficiencia conducción en ramos	Eficiencia conducción en finca	Eficiencia de aplicación en parcelas	Eficiencia global del sistema	Fuente / distrito de riego
85%			90%	55%	42%	(Prosap, 2016) Canal Benavidez, San Juan
	39%			40 - 50%	18%	(Miranda, et al, 2010) Canal Benavidez, SJ
	50%			40 - 50%	23%	(Miranda, et al, 2010). D. 25 de Mayo, San Juan
				17 - 60%		(Pugliese , et al, 2014). D. 25 de Mayo, San Juan
	60%					Dolling, 2023 (C. personal), SJ.
90%			85%			(SAGPyA, 2005) Lujan de Cuyo, Mendoza
					28%	Chambouleyron, 1993, Oasis sur de Mendoza.
					40%	Chambouleyron y Morábito, 2005 Rio Tunuyan, Mendoza
		70 - 90%				(PROSAP, 2010) ramos Canal del Norte
		24 - 97%				PROSAP, 2021 - 2014) Depto. Sarmiento, San Juan.

La caída de la superficie cultivada en el área bajo riego superficial fue compensada, parcialmente, por la incorporación de cultivos a gran escala en tierras sin derecho de riego. Estas propiedades cuentan, en su gran mayoría, con sistemas de riego presurizados, debido al alto costo de obtención del agua (alto costo de energía para explotar el acuífero). Por otra parte, estos sistemas necesitan flexibilidad en la disponibilidad del agua y es por ello que el agua subterránea es la fuente más utilizada. En algunos casos se utilizan reservorios para almacenar el agua de turno y de allí proveer al equipo de riego, pero esto encarece sensiblemente las inversiones, sobre todo en propiedades donde la frecuencia del turno de agua es baja.

A pesar de la alta eficiencia potencial de los sistemas de riego presurizados, evaluaciones locales demuestran que, por problemas de diseño, mantenimiento o mal uso, la eficiencia media en cultivos de vid es de 55% y en olivares del 65%. Donde se logran los más altos niveles de eficiencia es en los cultivos hortícolas, en especial el de tomate para industria (85%).

Impactos de una gestión deficiente

En los años de escasez de agua, las consecuencias de la ineficiencia del sistema actual impactan sobre la disponibilidad de agua para riego en el momento que los cultivos la necesitan. Ocurren cortes prolongados del suministro de riego con impacto en la diversificación y la productividad de los cultivos.

La urgencia de los agricultores de flexibilizar la disponibilidad de agua, para ajustarla a las necesidades de los cultivos, los lleva a implementar diferentes estrategias de reasignación del recurso. La explotación del acuífero es una de las principales estrategias, que no solo conlleva importantes costos de inversión y operativos para los usuarios, sino que la falta de control en el uso deviene en una sobreexplotación del mismo.

A esto se suman otras prácticas de reasignación que no están contempladas en el marco legal vigente, tales como: intercambio de turnos de riego entre regantes, intercambio de turnos de riego por especies y/o dinero, y otros. Los regantes realizan estas prácticas para compensar la rigidez del sistema, aunque estén expresamente prohibidas por el Código de Aguas de la provincia de San Juan (CA). Desde el punto de vista técnico representan una mayor racionalidad en el uso del recurso. Sin embargo, las mismas tienen muy bajo alcance en la eficiencia global del sistema debido a que depende de la voluntad individual de los múltiples actores y no a un programa de distribución con énfasis en la optimización de oferta-demanda, a nivel de ramo comunero y/o canal.

Otra de las consecuencias de los años de escasez ocurre fuera del oasis irrigado, debido a que el esquema de gestión imperante restringe el caudal de agua por el lecho del río San Juan, provocando graves consecuencias ambientales. Por un lado, se reduce la recarga del acuífero por su área natural, limitando su recuperación y la dilución de sales y/o contaminantes naturales y antrópicos (boro, nitrato y otros). Por

otro lado, al restringir un caudal mínimo hacia la cuenca baja se reduce la disponibilidad de agua, en cantidad y calidad, en el secano, con un fuerte impacto ambiental, social y económico.

Otro de los impactos ambientales que derivan de la ineficiencia del sistema de riego superficial, es la percolación profunda de aguas de baja calidad hacia el acuífero libre. Es en este acuífero donde se encuentran la mayoría de las perforaciones para provisión de agua potable. Esta situación se agrava en los años con altos derrames del río, en los que ocurre el ascenso del nivel freático y la salinización de los suelos sobre el acuífero confinado, llegando a afectar a más del 50% de la superficie cultivada del valle de Tulum.

SITUACIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA EN LA CUENCA DEL RÍO SAN JUAN

Agua superficial

En forma semejante a lo que sucede con otros ríos de la región, los registros históricos de caudales (en este caso iniciados en 1909) muestran una tendencia decreciente. El promedio de derrames anuales considerando toda la serie histórica es de 1.900 hm³, sin embargo, desde el año 2010 a la actualidad, solo en los ciclos 2015/16 y 2016/17 el derrame anual superó los 1.200 hm³, constituyendo los 12 años más pobres desde que se tienen registros.

Si nos remitimos a registros anteriores relevados por el Departamento de Hidráulica, el año más crítico fue el escurrimiento del 1968-69, con 627 hm³. Sin embargo, recientemente en la temporada 2020-21 se registró el mínimo histórico con apenas 590 hm³. Los pronósticos de derrame para el ciclo 2023-24 dan 740 hm³, por lo que la severidad de la situación radica en la sucesión de años con derrames sustancialmente menores al promedio histórico.

En ese contexto de escasez de agua, es importante destacar que el sistema de embalses en la cuenca (Los Caracoles, Punta Negra y Quebrada de Ullum) permitió mantener casi inalteradas (durante el periodo 2016-18) las entregas históricas al sector de riego, pero a costa de las reservas y de la generación de energía en los años subsiguientes. El sistema conformado por los tres embalses tenía 1.315 hm³ en agosto de 2017, y en mayo de 2020 contaba con sólo con 513 hm³, llegando al límite de su capacidad operativa.

Este aspecto de sequía operativa no debe ser ignorado ni minimizado, ya que la inversión millonaria que históricamente ha realizado el país en la construcción de los diques de embalse tiene por objetivo utilizar la capacidad de almacenamiento del sistema para contar con una reserva de agua de largo plazo, a ser usada durante los años de caudales mínimos cíclicos que caracterizan al sistema hidrológico del río San Juan.

Agua subterránea

Como se describió anteriormente, el río San Juan y sus afluentes alimentan a los diferentes acuíferos de la cuenca. El acuífero más importante de la provincia se

encuentra en el subsuelo del valle de Tulum. El mismo está formado por una zona de acuífero libre (AL) coincidente con el ápice del cono aluvial del RSJ, abarca los departamentos de Rivadavia, Chimbas, Capital, norte de Rawson y Pocito, sur de Albardón y oeste de Santa Lucía, concentra el 76% del área urbana de todo el Valle de Tulum. En el resto del valle existen zonas de acuíferos con diferentes grados de confinamiento. Estas zonas se destacan por tener horizontes impermeables, donde el agua del subsuelo se encuentra bajo presión. Acá se desarrolla gran parte de la actividad agrícola abarcando los departamentos de Albardón, este de Santa Lucía, Angaco, San Martín, Caucete, 9 de julio, centro-sur de Rawson y Pocito, Sarmiento y 25 de mayo.

Si bien la explotación del agua subterránea se inició a mayor escala con la crisis hídrica de fines de los 60, fue a partir de la incorporación de tierras sin derecho de riego superficial, del incremento de la demanda para consumo humano e industrial y de la menor oferta e inflexibilidad en la entrega de agua de riego superficial lo que intensificó fuertemente su uso.

Las actividades de monitoreo continuo de los acuíferos han permitido identificar problemáticas relacionadas a la escasa recarga por efectos climáticos y antropogénicos. En las áreas de acuífero libre el impacto de las actividades humanas es directo y revertirlo puede tomar décadas.

La provincia de San Juan se encuentra entre las de mayor cobertura cloacal de la Argentina, no obstante, una gran proporción de domicilios no están conectados a la red pública. Esto tiene una grave consecuencia sobre el agua subterránea, debido a que la carga contaminante de los efluentes domiciliarios se infiltra directamente en el acuífero. Por otro lado, los efluentes industriales se caracterizan por su elevada concentración de elementos no deseables o tóxicos y la falta de control y monitoreo de los mismos puede generar efectos irreversibles sobre la reserva de agua para consumo con la que cuenta la población sanjuanina. Otro aspecto contaminante que es importante destacar es la utilización de agroquímicos que incorporan residuos al agua subterránea.

Por último, se destaca la reducción de la recarga natural del acuífero al restringir la derivación de caudales mínimos ambientales por el lecho del río, sumado a la inexistencia de obras civiles para garantizar la infiltración. En consecuencia, en el año

2021 se observaron los niveles más bajos del acuífero desde el inicio de los registros (1967), mostrando signos de sobreexplotación y contaminación, lo que implica una reducción de disponibilidad del recurso.

LA GESTIÓN EN CRISIS

La gestión por oferta y coeficiente fijo del agua de riego y las bajas eficiencias a nivel parcelario, tienen implicancias en el sistema hídrico que no solo afectan a los agricultores. Por un lado, se fuerza la paradoja de tender a compensar la pérdida ($\approx 75\%$) de la mayor parte del recurso hídrico superficial disponible, el cual es de excelente calidad, para reemplazarlo con agua subterránea de calidad inferior y con un elevado gasto de energía en bombeo para su extracción. Existe también el agravante de que las perforaciones públicas vierten el agua sobre un sistema de distribución ineficiente.

Este círculo vicioso de baja eficiencia del sistema de riego superficial, con sobreexplotación del acuífero y gasto de energía, se exacerba ante la menor oferta hídrica ocurrida en los últimos años. Sus consecuencias directas son: el estrés de la sociedad toda en cuanto se pone en riesgo el suministro de agua potable y saneamiento, el impacto sobre la calidad de agua de la población, la reducción de la superficie cultivada, de la productividad, de las posibilidades de diversificación y de la rentabilidad de los cultivos (menor producción e incremento de costos de energía), lo que trae como resultado el abandono de propiedades y pérdida del valor de la tierra. Asimismo, pone en riesgo directo la seguridad de la infraestructura hídrica existente (presas de embalse) y por ende la vida de los habitantes que ocupan hoy el cauce del río San Juan aguas abajo del sistema.

Para lograr la sostenibilidad ambiental, social y económica de la agricultura bajo riego en San Juan es necesario modificar el paradigma de gestión del recurso hídrico a nivel de cuenca, aplicando los siguientes principios de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos:

- **Bien de uso público:** el agua es un bien de uso público y su conservación es responsabilidad de todos los usuarios del mismo.
- **Uso prioritario:** el acceso al agua para consumo humano y doméstico tendrá prioridad sobre cualquier otro uso y, en consecuencia, se considera un fin fundamental del Estado. Además, los usos colectivos tendrán prioridad sobre los usos particulares.

- **Factor de desarrollo:** el agua se considera un recurso estratégico para el desarrollo social, cultural y económico del país por su contribución a la vida, a la salud, al bienestar, a la seguridad alimentaria y al mantenimiento y funcionamiento de los ecosistemas.

- **Integralidad y diversidad:** la gestión integral del recurso hídrico armoniza los procesos locales, regionales y nacionales y reconoce la diversidad territorial, ecosistémica, étnica y cultural del país, las necesidades de las poblaciones vulnerables (niños, adultos mayores, minorías étnicas) e incorpora el enfoque de género.

- **Unidad de gestión:** la cuenca hidrográfica es la unidad fundamental para la planificación y gestión integral descentralizada del patrimonio hídrico.

- **Ahorro y uso eficiente:** el agua dulce se considera un recurso escaso y, por lo tanto, su uso será racional y se basará en el ahorro y uso eficiente.

- **Participación y equidad:** la gestión del agua se orientará bajo un enfoque participativo y multisectorial, incluyendo entidades públicas, sectores productivos y demás usuarios del recurso y se desarrollará de forma transparente y gradual propendiendo a la equidad social.

- **Información e investigación:** el acceso a la información y la investigación son fundamentales para la gestión integral del recurso hídrico.

Marco legal extemporáneo y en crisis

Los Principios Rectores de Política Hídrica de la República Argentina constituyen los fundamentos del Acuerdo Federal del Agua firmado por todas las provincias y la Nación, en el seno del Consejo Hídrico Federal (COHIFE) en el año 2003. Entre los diferentes puntos acordados destacan que la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) requiere de un marco legal que provea la estructura para el cumplimiento de las metas.

Ante dicha necesidad, las leyes y los mecanismos administrativos y regulatorios vigentes en materia de agua requieren de una continua actualización que permita avanzar hacia una unificación de criterios y normativas. Por un lado, estas deben ser simples y ágiles de aplicar, reflejar los avances del conocimiento, así como

enmarcarse en esquemas sociales y económicos modernos y estar comprometidas solidariamente con las generaciones futuras. Y, por otro lado, deben ser coherentes con las normas superiores, es decir, con la Constitución Nacional y los Instrumentos internacionales de Derechos Humanos, contemplando la faceta ambiental, la agricultura de subsistencia, el acceso a ciertos usos del agua como un Derecho Humano y la participación popular entre otros.

En la provincia de San Juan, la normativa vigente es, principalmente, la contenida en la ley 4392 que sancionó en 1978 el Código de Aguas (actual Ley 190-L) y que fuera modificado por varias leyes posteriores, y la ley 886 sancionada en 1942 que crea el Departamento de Hidráulica (actual Ley 13-A). También se pueden mencionar la ley de preservación de las aguas (348-L) y la ley de reúso de efluentes de reciente sanción (2525-L). No obstante, la columna vertebral del sistema está dada por las dos primeras leyes mencionadas.

Sin embargo, al día de hoy existen ciertos aspectos legales que no incentivan al uso de nuevas tecnologías que permitan una mayor eficiencia en el uso del recurso, sino que incluso la desalientan, impidiendo un uso más eficiente de un bien público escaso y de importancia estratégica para el desarrollo provincial.

El Código de Aguas de la provincia de San Juan, mantiene en su articulado aspectos que limitan la modernización del riego. El más restrictivo es el Artículo 127 que titula "Prohibición de criterios diferenciales", el mismo expresa: *"La uniformidad en la distribución de las aguas públicas de cada cuenca debe respetarse en términos absolutos... Queda expresamente prohibido disponer coeficientes diferenciales, so pretexto de diversidad de características de tierras, cultivos, categorías de concesiones..."*

Si bien la modificación de este artículo es clave para dar seguridad jurídica a las inversiones, tanto públicas como privadas, tendientes a modernizar el riego en la provincia, es necesaria una revisión integral del marco legal considerando los aspectos contemplados para una política de Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH).

El cambio de contexto que se produjo entre la sanción del Código vigente y la realidad actual es radical en muchos aspectos. En 1978 no había un sistema de embalses en cadena que permitiera regular los caudales y acumular reservas aguas arriba de los

oasis irrigados. Tampoco existían cultivos en tierras sin derecho de agua superficial. La población, en la provincia, pasó de 465.900 habitantes en 1980 a 822.850 en 2022. Previo a 1978 no hubo períodos tan prolongados de bajos derrames en el río San Juan. Por último, el marco legal actual no contempla las categorías del acceso al agua como un Derecho Humano explicitado en tratados internacionales; tampoco recepta la participación ciudadana, ni la regulación clara de cuotas para los distintos usos privativos.

Cambios necesarios en el paradigma de gestión del recurso hídrico

El equipo técnico del Programa de Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas, Ingeniería Hidráulica y Ambiental de la Universidad Nacional de San Juan (PGIH – UNSJ), estableció un modelo de gestión de embalses considerando el período hidrológico 2008-22 (el más seco de la historia), para determinar una oferta sostenible de agua.

Con este modelo se determinó que en ese periodo crítico se podría haber sostenido una entrega anual para riego de 760 hm³, los 87 hm³ para agua potable y los 212 hm³ para derivar por el lecho del río, permitiendo recargar naturalmente el acuífero y aportando a un caudal mínimo ecológico para la cuenca baja. A su vez, este patrón de entrega hubiese mantenido las máximas reservas en el sistema de diques durante casi todo el período, sin poner en riesgo su infraestructura, ni afectar la generación de energía hidroeléctrica.

De haberse cumplido esta planificación, los regantes hubieran tenido una mejor previsibilidad de la disponibilidad del recurso y un cronograma de cortas más racional dentro del ciclo productivo. Esto se denomina planificación plurianual y es clave para determinar la real capacidad de oferta de agua en el sistema.

Por otra parte, el equipo técnico de la EEA INTA San Juan y de la CONAE realizaron una estimación, a través de imágenes satelitales, de la superficie cultivada en los valles de Tulum, Ullum y Zonda en el ciclo 2021-22. Se determinó que la demanda real de agua de toda la superficie es de ≈600 hm³, siendo el consumo hídrico de los cultivos en tierras con derecho de riego de ≈480 hm³ (70% de la superficie cultivada).

Conociendo la demanda actual de los cultivos y suponiendo una mejora en la eficiencia global del sistema de riego, desde el ≈25% actual hacia un potencial 60%,

se podría abastecer con agua superficial el 100% de las necesidades hídricas de los cultivos en tierras con derecho de riego. El acuífero sólo sería explotado en situaciones puntuales o ante una sequía extrema.

Ese incremento en la eficiencia solo es posible realizando un cambio en el paradigma de la gestión de los recursos hídricos destinados para riego. Es determinante pasar de una gestión por oferta sin planificación plurianual de las disponibilidades, hacia una gestión por demanda con una oferta garantizada. Esto implica optimizar la entrega del agua teniendo en cuenta una planificación plurianual de los recursos superficiales y subterráneos, cuyo objetivo sea garantizar a largo plazo la entrega de un patrón acorde a las capacidades físicas reales del sistema hídrico e hidrológico.

Es indispensable una nueva forma de gestión del riego a nivel de distritos (canales y ramos comuneros). En este sentido, el equipo técnico de INTA San Juan realizó simulaciones a nivel de canal, que contemplaba la incorporación de infraestructura para mejorar la eficiencia de riego y una entrega flexible del agua de acuerdo a demanda de los cultivos. Los resultados de la misma fueron muy promisorios, demostrando que, con una gestión por demanda con una infraestructura adecuada en los canales, con uso conjunto del agua superficial y subterránea y una entrega volumétrica, podría cultivarse el 100% de la superficie empadronada para riego, minimizando el uso del acuífero. Estas simulaciones se realizaron en distritos de riego tan disímiles como el Quinto Cuartel, en Pocito, y Colonia Fiscal Norte en Sarmiento, con resultados muy similares.

Las mediciones periódicas de profundidad y calidad de agua subterránea realizadas por el INA evidencian los efectos que el crecimiento poblacional y sus actividades tienen sobre el recurso hídrico subterráneo, única reserva real. La infiltración del agua de riego no debe considerarse recarga del acuífero debido a que los sobrantes de riego ingresan al acuífero con elevados valores de salinidad en el acuífero libre, y en los acuíferos confinados el agua infiltrada no puede recargar por la presencia de los estratos impermeables presentes, produciendo un grave deterioro en las primeras capas del suelo.

Por otro lado, la actualización de los mapas de diferentes contaminantes realizados por el INA indicó que algunos componentes producidos por la actividad antrópica, tal como los nitratos, han aumentado sus niveles en el agua subterránea de una forma

alarmante. El bombeo intensivo y la falta de recarga a través del cauce natural del RSJ profundizan el problema, poniendo en riesgo la calidad del agua de las perforaciones de abastecimiento de agua potable (OSSE), representando un potencial peligro para la salud de la población.

Modernización institucional y tecnológica como motor del desarrollo provincial

A partir de este trabajo es posible poner en consideración algunas dimensiones del impacto económico, social y ambiental de un proceso de modernización institucional y tecnológico del sistema de riego en los oasis irrigados del río San Juan.

Desde el **punto de vista económico** podría considerarse el aumento de la producción (mayor superficie implantada y mayor rendimiento unitario), mayor diversificación e incremento de la productividad del agua. Esto traería como consecuencia, una mayor demanda de trabajo directo, e indirecto por la tracción sobre empresas e industrias vinculadas al sistema productivo, entre otros beneficios.

Desde el **punto de vista de la sostenibilidad social**, el aporte a una mayor equidad en la distribución del recurso posibilitará el riego de parcelas de menor escala, incorporando a pequeños agricultores al sistema productivo y favoreciendo la seguridad alimentaria con la autoproducción de alimentos y un incremento de la oferta laboral.

Desde el **punto de vista ambiental**, como efecto directo, se reduciría la sobreexplotación de los acuíferos, permitiendo su recarga en forma natural. Por otra parte, un incremento de la eficiencia de riego reduciría la formación de freáticas superficiales de origen antrópico cercanas a la superficie y la consecuente salinización de suelos.

Desde el CIGIAA, y en coincidencia con referentes técnicos y científicos regionales y nacionales, se sostiene que la mejora en la eficiencia de gestión estará supeditada al cambio conceptual de la distribución actual (por oferta y con un coeficiente fijo por superficie con derecho de riego), hacia una distribución por demanda de la superficie efectivamente cultivada, lo que exige un coeficiente flexible de acuerdo a las necesidades de los cultivos. Es importante aclarar que este concepto no altera la inherencia, la perpetuidad y la inenajenabilidad de los derechos de riego de una propiedad, como tampoco la dotación por unidad de superficie. Sin embargo, tiene la

virtud de que, estimada la oferta anual del recurso, el regante podrá disponer del mismo en el momento que lo requieran sus cultivos, minimizando las pérdidas.

Otra ventaja de este cambio de paradigma en la distribución será el incremento de la productividad del agua a nivel parcelario, independientemente del sistema de riego utilizado. Por otro lado, se reducirían las inversiones necesarias y los costos operativos para la presurización del riego, dado que no serían necesarias perforaciones intra-finca y los reservorios serían de menor tamaño.

Para poder pasar del círculo vicioso descrito en el diagnóstico, a un esquema virtuoso de planificación plurianual de la oferta y una gestión por demanda, es necesario considerar los principios de la **Gestión Integral de los Recursos Hídricos**. Optimizar el uso del agua para riego se convierte en el principal desafío para el desarrollo de actividades productivas que aportan no solo a la sostenibilidad económica, sino también a la sostenibilidad social y ambiental del territorio.

Este documento intenta sintetizar el diagnóstico y las propuestas del sistema científico para abordar los cambios conceptuales, técnicos e institucionales que permitan mitigar los efectos de la crisis hídrica estructural que atraviesa la región.

Colaboraron en la redacción del documento diagnóstico:

por INTA: Dra. Monica Ruiz, MSc. Fernando Gonzalez Aubone, Dra. Mariana Martinelli, Dr. Raúl Tapia, MSc. Alfredo Olguín, Dr. Pierluigi Pierantozzi; Dr. Carlos Parera; Ing. Agr. Maximiliano Battistella, Dr. Facundo Vita Serman, Lic. Jimena Andrieu, Ing. Agr. Lucas Guillen.

por UNSJ: Dr. Oscar Dolling, Dr. Hugo Fernandez, Ing. Omar Del Castillo, Ing. Zulma Menna, Dr. Silvio Pastore, Dr. Eric Laciari Leber.

por INA: Lic. Raúl Tello, Lic. Leandro Salvioli, Lic. Gerardo Cabrera, Bioing. Irene Ortega, Lic. Romina Battistella.

por CONAE: Ing. Alvaro Soldano; Ing. Marcelo Uriburu Quirno, Mg. Romina Solorza, Mg. Ignacio Pascual.

Edición:

Ing. Agr. Maximiliano Battistella; Biol. Romina Battistella; Dr. Facundo Vita Serman.