

Estudios Sociales

Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional

Volumen 33, Número 62. Julio – Diciembre 2023
Revista Electrónica. ISSN: 2395-9169

Artículo

El nexos agua, energía y alimentos
en un valle árido bajo explotación intensiva

Water, energy, and food nexus
in an arid valley under intensive exploitation

DOI: <https://doi.org/10.24836/es.v33i62.1376>
e231376

Roberto Esteban Miguel*

<https://orcid.org/0000-0001-8192-8107>

María Cecilia Gareis**

<https://orcid.org/0000-0002-0894-5522>

Fecha de recepción: 18 de mayo de 2023.

Fecha de aceptación: 17 de octubre de 2023.

*Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

**Universidad Nacional de Chilecito.

Autor para correspondencia: Roberto Esteban Miguel.

Centro Regional Catamarca-La Rioja.

Estación Experimental Agropecuaria Chilecito.

Ruta de la Producción Km 7,5, Chilecito, La Rioja, Argentina.

Celular de contacto: +54 9 3825 400485.

Dirección electrónica: miguel.roberto@inta.gob.ar

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C.
Hermosillo, Sonora, México.



Resumen

Objetivos: caracterizar el territorio del Valle Central Antinaco-Los Colorados en función del nexo agua energía y alimentos; problematizar el nexo al vincular la evolución del recurso hídrico subterráneo y el consumo de energía para riego agrícola; e identificar actores para conformar un Consejo Político y Técnico. **Metodología:** la caracterización territorial se elaboró a partir del análisis de información secundaria considerando los tres pilares del nexo y su problematización se efectuó a partir de articular la piezométrica; la pérdida de reservas y los datos de consumo de energía eléctrica para riego; la identificación de actores se realizó bajo técnica participativa de sociograma. **Resultados:** los niveles piezométricos descienden anualmente con una pérdida constante de reservas de agua subterránea, por lo tanto, la energía para riego se incrementa. Esta situación da cuenta de la (in)sustentabilidad del sistema en el sentido fuerte del término. El análisis de actores evidencia la posibilidad de conformar un Consejo Técnico y Político para el desarrollo prospectivo del valle desde el enfoque del nexo. **Limitaciones:** analizar la escasez económica del agua, plantear escenarios tendenciales y profundizar el entendimiento de las racionalidades de grupos de productores para comprender las lógicas en el uso de recursos. **Conclusiones:** los actuales usos y modos de gestión de los recursos demandan de cambios en torno a los límites físicos de los recursos naturales.

Palabras clave: desarrollo regional, agricultura, riego, acuífero, energía eléctrica, alimentos.

Abstract

Aims: characterize the territory of the Antinaco-Los Colorados Central Valley based on the water-energy-food nexus; problematize the nexus by linking the evolution of groundwater resources and energy consumption for irrigation; and identify actors to conform a Political and Technical Council. **Methodology:** the territorial characterization was developed from the analysis of secondary information considering the three pillars of the nexus and its problematization was carried out by articulating the piezometric; the loss of reserves and electricity consumption data for irrigation; The identification of actors was carried out using a participatory sociogram technique. **Results:** piezometric levels decrease annually with a depletion of groundwater reserves, therefore, energy for irrigation increases. This situation accounts for the (un)sustainability of the system in the strong term. The analysis of actors shows the possibility of forming a Technical and Political Council for the prospective development of the valley from the nexus approach. **Limitations:** analyse the economic scarcity of water, propose trend scenarios and deepen the understanding of the rationalities of groups of producers to know the logic in the use of resources. **Conclusions:** the current uses and modes of resource management demand changes around the physical limits of natural resources.

Keywords: regional development, agriculture, irrigation, aquifer, electrical energy, food.

Introducción

El Valle Central Antinaco-Los Colorados se localiza en el centro de la provincia de La Rioja, Argentina (figura 1), dentro de la denominada diagonal árida sudamericana (Bruniard 1982). La región se caracteriza por una marcada aridez en sus valles, por lo tanto, cualquier actividad agrícola solo es realizable bajo la aplicación de riego. Debido a que los caudales de los ríos son exiguos, la mayor parte de la superficie productiva (≈ 21500 ha) se sostiene bajo la explotación intensiva de agua subterránea extraída desde un sistema acuífero a partir de una densa red de pozos privados. A pesar de que el agua subterránea es el principal recurso para satisfacer la demanda hídrica de los cultivos, los datos de evolución del sistema acuífero son limitados y el último estudio integral se realizó en el año 2006 (Poblete y Guimarães, 2006) con aportes parciales desarrollados por Miguel y Gonzalez-Ribot (2016, 2018).

Los documentos evidencian, en el valle, procesos vinculados al concepto de explotación intensiva propuesto por Custodio (2015), que lo describe como un cambio notable en las condiciones del acuífero (por acción antrópica) y es uno de sus principales efectos, la pérdida de reservas. La explotación conlleva a la necesidad de conocer el modelo conceptual de funcionamiento del recurso hídrico y a disponer de información que posibiliten su interpretación de manera similar a lo planteado para estudios hidrológicos por Rodrigues-Capítulo et al. (2022), pero en este caso adaptado al estudio hidrogeológico.

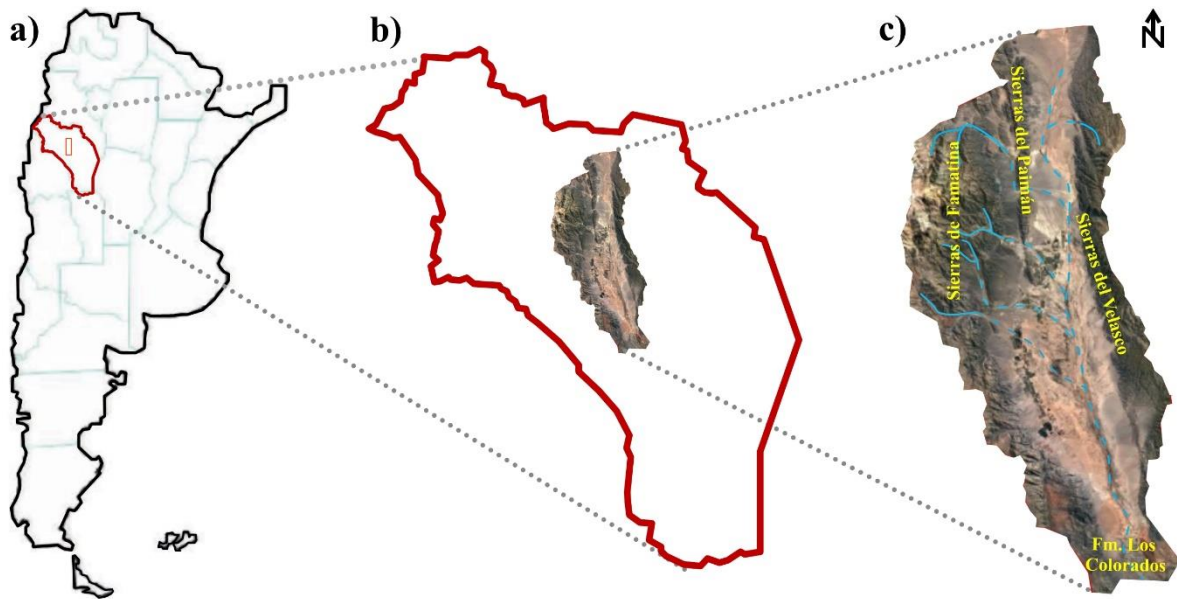


Figura 1. Situación relativa del área de estudio. a) República Argentina b) Provincia de La Rioja c) Valle Central Antinaco-Los Colorados. Fuente: elaboración propia en base a imagen tomada de Sistema Google Earth Pro para el año 2021.

Sin embargo, como plantea Miguel, Capece y Gareis (2018) y Gareis y Miguel (2019) en el Valle Central Antinaco-Los Colorados la producción agrícola no es solo dependiente del agua ya que como recurso primero está la energía y después el agua. Es en este contexto donde el enfoque del Nexo Agua, Energía y Alimentos (en adelante el nexo) se convierte en un concepto clave, debido a que el bombeo de agua subterránea hasta la superficie del terreno solo puede desarrollarse bajo el uso de energía, en particular la energía eléctrica. El nexo es un concepto que surge en la Asamblea Anual del Foro Económico Mundial (WEF) de 2008, es definido como un nuevo modelo de acción constituido por las interconexiones entre los diferentes sectores que lo conforman.

La principal premisa del enfoque del nexo es que el agua, la energía y la alimentación se encuentran hiperconectados y son cada vez más interdependientes ya que los impactos en un sector afectan a los otros. En un planeta bajo la presión del cambio climático y de las crecientes demandas de una población y pautas de consumo, considerar y comprender estas interdependencias es relevante para alcanzar metas económicas, sociales y naturales a largo

plazo (Bellfield, 2015 en Embid y Martín, 2017). El nexo, por lo tanto, es un marco conceptual que enfatiza en la necesidad de su buen manejo integrado (Ballestero-Vargas y López-Lee, 2017) que contribuye a una adecuada gobernanza e implementación de políticas en beneficios de todos (Simpson et al., 2022).

Para ello, resulta fundamental el involucramiento y compromiso de las partes interesadas en políticas y acciones de planificación en el marco del nexo (Avellane y al., 2018). Ahí, no solo se evalúen los efectos positivos económicos de las decisiones de la irrigación en la producción, sino además las consecuencias sobre los recursos naturales y la población vinculada a esos territorios. En el marco de la Ley de Política Hídrica de la Provincia de La Rioja se establece la conformación de Concejos Político y Técnico para la gestión del agua.

Ese espacio, no constituido aún, representa una oportunidad para lograr el involucramiento, pero, a la vez, es un desafío para los diferentes actores públicos y privados en la gestión de agua y más aún desde un abordaje del nexo. Abordaje que se efectúa atendiendo a las características contextuales complejas del área de estudio (Ávila-Castañeda, Román-Gutiérrez, Otázo-Sánchez y Acevedo-Sandoval, 2023).

En este contexto se presentan los resultados de la estructuración de una red público-privada de monitoreo de pozos explotados para riego y el registro de la variación de niveles piezométricos debido al bombeo intensivo en la cuenca entre los años 2015-2020. Paralelamente, se vincula la profundización de estos niveles con el consumo de energía eléctrica en el mismo período. Por otro lado, se aborda la cuestión de (des)gobernanza de los recursos hídricos y se proponen acciones desde lo productivo y público a escala de cuenca, en pos de afrontarlo prospectivamente y tender a un escenario deseado que minimice las externalidades negativas y maximice las positivas. Es aquí donde el nexo se torna un elemento relevante de análisis y que ofrece un enfoque complejo que es necesario considerar

para lograr una mirada integral a partir de la cual observar y analizar las relaciones entre estos tres aspectos (agua, energía y alimentación) atendiendo a las características contextuales de cada territorio. A partir de lo mencionado se plantean tres objetivos de trabajo:

1. Caracterizar el territorio del Valle Central Antinaco-Los Colorados en función de la actividad agrícola, la energía, el agua y su gestión.
2. Problematizar el nexo al vincular la evolución del recurso hídrico subterráneo en la cuenca del Valle Central Antinaco-Los Colorados y el consumo de energía para riego agrícola en el período 2015-2020.
3. Identificar actores, su grado de poder y su posición frente a la conformación de un Consejo Político y Técnico para abordar prospectivamente la problemática del nexo.

Metodología

Caracterización territorial

La caracterización territorial se desarrolló con base en información secundaria considerando los tres pilares que conforman el nexo, el agua, la energía y la producción agrícola. Se describió a modo de síntesis el clima, el recurso hídrico superficial y el recurso hídrico subterráneo. Seguidamente, se detalló sucintamente la estructura productiva agrícola y la gestión del agua para riego. Además, se abordó la matriz energética y su evolución. Por último, se describió la estructura política y administrativa de la gestión del agua.

Problematización del nexo

Se efectuó la comparación de variación de niveles piezométricos en el Valle Central Antinaco-Los Colorados como indicador de pérdidas de volumen y reservas de agua subterránea. Para ello se comparó la profundidad de agua subterránea medida en 46 pozos de la red público-privada de INTA en julio de 2015-julio 2020. Estos pozos se encuentran

distribuidos en el valle de manera tal de monitorear la totalidad del área agrícola a una escala de semidetalle con una densidad de un pozo cada 13 km².

Se estima que en el valle existen unos 700 pozos de los cuales alrededor de 500 se encuentran actualmente funcionales en capacidad hidráulica y energética para explotar agua subterránea. Los datos junto con sus coordenadas fueron cargados en un sistema de información geográfica y se confeccionó un mapa de variaciones de nivel piezométrico. Adicionalmente, se calculó la pérdida de reservas de espesor saturado y pérdida de reservas durante el período considerando el coeficiente de almacenamiento de 0.1 (Sosic, 1971), lo que indica que cada 1 m³ de acuífero saturado, se almacena o se puede drenar 0.1 m³ de agua.

Al conocer la pérdida total de volumen saturado por este coeficiente, se obtiene la pérdida de reservas para un determinado período. Por otra parte, se presentan los datos de medición mensual de variación de profundidad de agua subterránea en el Pozo 1 del campo experimental del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de la Estación Experimental Agropecuaria Chilecito (en adelante INTA EEA Chilecito) desde enero de 2015 a enero de 2020. A los datos de variación mensual de profundidad en el Pozo 1 de INTA EEA Chilecito se los relacionó con los datos de consumo de energía eléctrica mensual para riego brindados por la Empresa Distribuidora de Electricidad de La Rioja (EDELAR S.A.P.E.M.). A partir de la información generada y a la caracterización del territorio se efectúa la problematización del nexo en la cuenca.

Identificación de actores

En pos de aportar a la mirada compleja que demanda el enfoque del nexo y a los fines de identificar los diferentes actores que intervienen en los tres aspectos vinculados al nexo es que se desarrolló en modalidad de taller la metodología denominada sociograma, también referenciada como mapa de actores (Geilfus, 2002). El sociograma puede ser entendido como “... una fotografía de la sociedad o más bien una radiografía del entorno humano y las

relaciones sociales con las que estamos trabajando” (Astudillo-Banegas, Villasante-Prieto, Correa-Herrera, Poedra-Martínez y Cumbe-Juela, 2015, p. 28). La técnica permitió, además de identificar y discernir los actores de mayor relevancia territorial, indagar en las racionalidades que estos presentan como así también conocer las principales vinculaciones en el entramado de actores que intervienen y que desempeñan distintas funciones accionando, ya sea desde la gestión, la demanda, el mercado o el control tanto del recurso hídrico, como energético o productivo/alimentario.

El taller se orientó al trabajo participativo con un grupo de investigadores especialistas (informantes calificados) que desempeñan sus actividades en el área de estudio en diversas temáticas pero que están íntimamente vinculadas a la agricultura, el agua y la energía, todos ellos pertenecen al INTA EEA Chilecito. Para ello se trabajó sobre la base desarrollada por Gareis y Miguel (2022), estudio que constituye el insumo básico a partir del cual efectuar trabajos que continúen y complejicen el enfoque del nexo en el VALC, en este caso se profundizó en función de ahondar en el entendimiento y explicación del nexo y el interés por la conformación de comités técnicos y científicos para el abordaje prospectivo.

Resultados y discusión

Caracterización territorial

La cuenca. La Cuenca del Valle Central Antinaco-Los Colorados presenta una superficie total de $\approx 8200 \text{ km}^2$ (Sosic, 1971). La mayor parte de la superficie corresponde a las Sierras de Famatina (W) y Sierras de Velasco (E) que, al elevarse, formaron una fosa tectónica que se rellenó con materiales de edad terciaria y cuaternaria constituyendo un bolsón, debido a un potencial cierre subterráneo al Sur de la cuenca en inmediaciones de la Formación Los Colorados (Zambrano, 1983). El área del valle cuenta con una superficie de $\approx 2900 \text{ km}^2$ (Victoria, 1962), lo que representa el $\approx 35\%$ de la cuenca.

Precipitaciones. Las precipitaciones en el valle central presentaron una media de 170 mm año⁻¹ para el período 1904-1967, en tanto que según el Servicio Meteorológico Nacional fue de 189 mm año⁻¹ para el periodo 1981-1990. Datos sistematizados e inéditos de Carrizo (2022) muestran que para el período 2015-2020 la precipitación media fue de 207 mm año⁻¹. Se evidencia que en el valle las precipitaciones medias no han disminuido. No obstante, no se cuenta con información actualizada de precipitaciones en las áreas de las sierras de Velasco y Famatina mas allá de los registros del Instituto Nacional del Agua Centro Regional de Agua Subterránea (INA-CRAS) entre el año 1974-1979, allí se observa que hacia las Sierras de Famatina las precipitaciones se incrementan respecto al Valle Central con medias de 618 y 713 mm año⁻¹ para las áreas de Guanchín y La Ensenada (Salvioli, 1980).

Es evidente que la información del valle central se encuentra dispersa y sin series completas disponibles, mientras que el área de montaña carece de cualquier tipo de registro actualizado. El valor de evapotranspiración potencial ronda los 1193 mm en el valle Central (Costa y Minetti, 2001). Si bien el 90% de las precipitaciones ocurren en verano, existe un marcado déficit hídrico a lo largo de todo el año.

Agua superficial. Respecto al agua superficial, la sumatoria de caudales medios de los principales ríos y manantiales (Río Oro, Amarillo, Miranda y Manantial del Bosquecillo y Manantiales de Vichigasta) alcanzan unos 2.8 m³ seg⁻¹ (Miguel y Gonzalez-Ribot, 2022). No obstante, existe una marcada variación estacional de los caudales vinculada a las precipitaciones, por lo tanto, el período de estiaje se corresponde a los meses de septiembre, octubre y noviembre, momento en el que la demanda hídrica de los cultivos es fenológicamente clave en función de la producción. La información hidrológica es también limitada, con series disponibles entre el período 1937-52 en los principales cursos y luego sólo disponibles para los ríos Oro, Amarillo y Miranda en series discontinuas y con periodicidad limitada.

Agua subterránea. El Valle Central Antinaco-Los Colorados es considerado por varios autores como un bolsón, es decir, una cuenca subterránea cerrada que ha almacenado importantes volúmenes de agua a lo largo de milenios, aspecto clave para comprender el modelo conceptual de funcionamiento. El cierre de la cuenca al flujo se localiza al sur debido a una falla de contención que arrastró materiales finos generando una barrera impermeable a la altura de la Formación Los Colorados (Peña, 1969). Sin embargo, algunos autores ponen en duda el total efecto impermeabilizante de dicha barrera (Zambrano, 1983).

Los sedimentos donde se aloja el acuífero corresponden al Cuaternario mientras que a mayor profundidad pertenecen al Terciario alcanzando en conjunto una profundidad entre 300 y 500 metros. Los límites entre los materiales del Cuaternario y del Terciario no se encuentran claramente definidos, aunque el primero almacena aguas de menor salinidad mientras que en el segundo la salinidad aumenta. Se puede destacar que el reservorio del Cuaternario no está constituido por capas de agua independientes. Se trata de un complejo acuífero que se encuentra en terrenos conglomerádicos, arenosos gruesos a finos, con intercalaciones limosas. Ahí es donde los niveles inferiores están conectados con los superiores, formando un acuífero del tipo multicapa, debido a que son terrenos altamente permeables (Sosic, 1971). Los acuíferos del Terciario, constituidos por materiales de arenas finas, areniscas conglomeradas que se alternan con niveles impermeables de arcillitas y limolitas, se encuentran confinados bajo presión y se recargan con los acuíferos superiores (Sosic, 1971).

La recarga al acuífero del cuaternario proviene, por un lado, de las escasas precipitaciones en el valle y, por otro, de los aportes de ríos y quebradas en los conos aluviales de las sierras de Famatina, Paimán y Velasco. Otra gran fuente de recarga provendría por el flujo a través de una compleja red de diaclasas existentes en las sierras citadas. La recarga estimada ronda los $136 \text{ hm}^3 \text{ año}^{-1}$ (Sosic, 1971).

La descarga natural del agua subterránea se produce por evapotranspiración, especialmente en los Bajos de Santa Elena, por la acción de especies freatófitas como el algarrobo, que tienen el potencial de evaporar entre 3000 y 4000 m³ ha año⁻¹ (Morello, 1958 citado por Susic, 1971), lo que equivale a una ETO de 300 a 400 mm año⁻¹.

La descarga artificial se realiza por medio de una importante red de perforaciones localizadas a lo largo de gran parte del valle, principalmente en San Nicolás, Tilimuqui, Malligasta, Anguinán, Nonogasta, Vichigasta y Catinzaco. Parte del exceso de agua aplicada al riego retorna al acuífero por infiltración, generando recarga artificial.

Crecimiento de la actividad agrícola. La disponibilidad limitada de agua superficial conllevó a que la producción vitícola, olivícola, nogalera, otros frutales y hortícola, se desarrolle hasta la década de 1960 en inmediaciones de las obras hídricas de captación y conducción realizadas a principios y mediados del siglo XX con una superficie de ≈3900 ha agroproductivas (Torres, 2006; Palmisano, 2016).

A partir de estudios hidrogeológicos, que auguraron una importante reserva de agua subterránea, comienzan en la década de 1960 a construirse pozos profundos en el valle que dieron origen a las Colonias Agrícolas motorizadas por el Estado provincial y abastecidas exclusivamente con agua subterránea donde el principal cultivo fomentado fue la vid. Es así que la superficie agrícola se duplicó a ≈8890 ha para el año 1990. Seguidamente se dio inicio a un nuevo proceso, impulsado desde el Estado Nacional, a través de la Ley de Franquicias Tributarias (Ley 22021) en el cual empresas (por lo general no vinculadas a la producción agrícola y con capitales nacionales externos a la cuenca) desarrollaron producciones olivícolas integradas, es decir, articulando producción primaria e industrialización.

Este proceso conllevó que, para el año 2000, la superficie productiva alcanzara unas 11,500 ha y para el año 2010 unas 15,700 hectáreas. Desde el año 2010 la superficie productiva del valle continuó en aumento, principalmente a partir de empresas SAPEM

(Sociedades Anónimas por Porcentaje Estatal Mayoritario) y de empresas vinculadas al agronegocio olivícola y nogalero, alcanzándose un total de 21650 ha para 2020.

Si bien la superficie productiva con base en agua subterránea creció marcadamente desde la década de 1970, es de destacar que la producción tradicional del minifundio con agua superficial se redujo. La infraestructura hídrica se deterioró a partir de la década de 1990 con el cierre de Agua y Energía de La Nación, ente que financiaba y controlaba el uso del agua junto al Estado Provincial, en detrimento de las tareas de control, reparación y mantenimiento que demanda dicha infraestructura.

Respecto a los sistemas de riego a escala de finca, se observa que la mayoría del minifundio continúa con riego superficial (manto), mientras que gran parte de los productores de las colonias agrícolas que explotan el sistema acuífero han incorporado el riego por goteo. Por otro lado, los productores vinculados a la Ley de Franquicias Tributarias, SAPEM y agronegocios, que también utilizan agua subterránea, aplican riego por goteo, microaspersión e inclusive han incorporado técnicas de riego deficitario con monitoreo remoto y automatismo. Cabe destacar que, tanto para el bombeo de agua subterránea como para la presurización del sistema de riego, se emplea energía eléctrica accesible a partir del Sistema Interconectado Nacional (en adelante SIN). Es fundamental considerar que existe un marcado pensamiento positivista tecnológico, en el sentido que

La modernización de regadíos es la transformación de la técnica de riego, que pasa de gravedad (inundación) a ser riego localizado o por aspersion ... desemboca, en teoría, en un ahorro de agua, pero lleva consigo un incremento del consumo de energía (Embid y Martin, 2017).

La matriz energética vinculada al riego. La matriz energética del valle vinculada al riego tiene sus inicios en la década del 60/70, donde los primeros pozos de explotación de agua

subterránea funcionaban a partir de motores de combustión interna a gas oil que accionaban bombas de eje desde la superficie (Ottonello comunicación personal). En la misma época, comenzaron a ampliarse las redes de energía eléctrica de media y alta tensión en el Valle, en forma paralela a la Ruta Provincial N°74 y a la actualmente denominada Ruta de la Producción, donde se establecían las Colonias Agrícolas y Fincas de Catinzaco, Vichigasta, Nonogasta, Anguinán, Malligasta y Tilimuqui (de sur a norte).

A partir de ello, los motores de combustión interna se reemplazaron por motores eléctricos y en la actualidad la mayoría de los pozos se accionan a partir de bombas electrosumergibles. Cabe destacar que la red eléctrica se amplió fuertemente hacia el norte del valle permitiendo desarrollos productivos hacia las áreas de San Nicolás, Vista Larga y Capayán, no explotadas hasta el año 2010.

La energía eléctrica en la Provincia de La Rioja y, por lo tanto en el valle, ha sido históricamente importada casi en su totalidad desde el SIN a excepción de la inyección de energía en momento de máxima demanda a través de tres centrales tipo TG de 20 Mw (Viel, Cadena, Hoyos, Juárez-Castelló y López-González, 2014). A partir del año 2011, se comenzó a inyectar energía desde la Provincia al SIN con el Parque Eólico Arauco, que a la fecha cuenta con 150 Mw de potencia instalada (PEA 2022), y desde el año 2018 con energía generada en el valle por medio del Parque Solar Fotovoltaico Nonogasta con una potencia instalada de 35 Mw (360Energy 2022).

Recientes publicaciones advierten que la provincia de La Rioja presenta la mayor electrodependencia para irrigación, en donde la cuenca del Valle Central Antinaco-Los Colorados se destaca en estos términos incluso a nivel nacional (Miguel y Gareis, 2021; Miguel y Gareis, 2023).

Política y Gestión del agua. La autoridad de aplicación hídrica y con potestad sobre la gestión de los recursos hídricos (a partir de la Sanción del Artículo 124 de Constitución Nacional de

1994) es la Provincia de La Rioja a través del Ministerio de Agua y Energía (desde el año 2019) y la Secretaría del Agua. Esta secretaría tiene a cargo el control y la gestión del recurso a partir de la aplicación de la Ley del Código de Aguas N° 4295 y la Ley de Política Hídrica Provincial N° 8871.

Dentro de la numerosa normativa se explicita como uno de sus principios que “La gestión integrada del recurso hídrico debe estar apoyada en la gestión territorial, la conservación de los suelos y la protección de los ecosistemas naturales” (artículo 2 e). Si bien la Política Hídrica Provincial destaca el abordaje de gobernanza a través de un Concejo Político y un Concejo Interinstitucional Provincial, se observa una gestión vertical y centralizada del recurso hídrico. Lo señalado dista de lo establecido en la normativa vigente. La Secretaría del Agua cuenta, por un lado, con una cantidad reducida de técnicos especializados en cuestiones vinculadas a la Hidrología e Hidrogeología que deben atender una amplia diversidad de problemáticas asociadas al agua y, por otro lado, con una gran extensión en términos de superficie a recorrer, por lo tanto, el control resulta deficiente en múltiples aspectos.

Sumado a este contexto, se observa la promoción de obras hídricas sin una articulación clara a nivel de organismos de estado, lo que evidencia una visión fragmentaria de las instituciones y el territorio, con poca o nula participación de los diferentes actores sociales que podrían estar vinculados. Este modo de gestión repercute sensiblemente en recursos de vital importancia en una zona semiárida electrodependiente y con limitados recursos hídricos que deben satisfacer una gran diversidad de requerimientos sociales, económicos y naturales. No obstante, si bien el trabajo intersectorial entre agua, energía y agricultura es clave en el contexto hasta aquí descrito, desde lo legal y administrativo no hay leyes reglamentadas que así lo promuevan y legitimen.

Por último, el agua como recurso para riego debe abonarse, con el pago del Canon de Riego, Fondo Solidario de Emergencia Hídrica y la Tasa de Uso en relación con la cantidad de hectáreas, pero no en virtud del uso consultivo real de volumen de agua aplicado. Si se considera una lámina de riego de 1000 mm año^{-1} el costo del metro cúbico presenta valores medios para agua superficial de € 0.006 y para agua subterránea de € 0.003 (Ley 10234, 2020). A pesar del bajo valor del agua como recurso, la mayoría de las producciones que utilizan agua subterránea no abona el Canon de Riego y Tasa de uso, lo que mina la capacidad financiera, operativa de control y monitoreo de la Autoridad de Aplicación.

Este no pago por el agua, es justificado por algunas empresas debido a que consideran que ellos para acceder al agua deben invertir en el pozo (obra civil) y afrontar el costo de la energía, para hacer asequible el recurso, lo que evidencia un marcado o intencional (des)conocimiento sobre la cuestión legal en materia hídrica.

Problematización del nexa

La cuenca se encuentra sometida a fuertes presiones de explotación de agua subterránea vinculadas a la producción olivícola, vitícola, nogalera y hortícola, principalmente por capitales nacionales, pero mayormente foráneos a la cuenca y a la provincia. Esta producción se utiliza en menor proporción para satisfacer el mercado nacional de alimentos, exportándose la mayoría de los productos a diferentes países de América Latina, Estados Unidos, Canadá, Europa y Asia (Ministerio de Hacienda de la Nación Argentina Secretaría de Política Económica Subsecretaría de Programación Microeconómica, 2018).

El marcado incremento de la superficie productiva debido a las excelentes condiciones agroclimáticas y de sanidad (Vita-Sherman, Miguel, Baberis y Sierra, 2020) conllevan a un mayor interés de desarrollos de agronegocios en la cuenca, que sólo pueden explotar como fuente de recurso hídrico el almacenado en el acuífero.

La variación de los niveles de agua subterránea se manifiesta desde el año 1975, momento en el que los primeros informes de monitoreo alertaban sobre la necesidad del control de las extracciones de agua. Poblete y Guimarães (2006) advirtieron, a lo largo de toda la cuenca, la profundización de niveles e identificaron al costo de la energía como la variable limitante del desarrollo agrícola. Sin embargo, las políticas provinciales de desarrollo productivo, el subsidio a la energía y el no control de las extracciones conllevó a un continuo incremento de la superficie productiva y a una aceleración de las tasas anuales de descenso de los niveles piezométricos. Si se considera que para el año 2020 existen implantadas 21,650 hectáreas que se riegan con una lámina, propuesta por Poblete y Guimarães (2006) de 1,000 mm hectáreas al año⁻¹, es esperable una extracción al sistema de 216.5 hm³ año⁻¹ de agua subterránea para irrigación.

En la figura 2 se presenta la variación de niveles piezométricos en el Valle Central Antinaco-Los Colorados en el período 2015-2020. Se observa en toda el área bajo explotación una variación en los niveles entre -2 y -6 metros. Incluso hacia el Sur de la cuenca (el área de El pulo), en donde no hay explotación de pozos para riego, se advierte una variación de -0.81 metros.

El cálculo de la pérdida de volumen saturado para el periodo de cinco años ronda los 2760 hm³, por lo tanto, al aplicar un coeficiente de almacenamiento de 0.1 (Sosic, 1971) se obtiene una variación de reservas de -276 hm³, el equivalente a -55.2 hm³ año⁻¹.

Cabe destacar que más allá del análisis quinquenal aquí efectuado, las pérdidas de espesores saturados superan en algunos puntos del valle los 45 metros desde el inicio de la explotación, evidenciándose así una importante pérdida de reservas que, en términos conceptuales desarrollados por Custodio (2015), podría constituir un proceso aún más crítico que la explotación intensiva del recurso hídrico: la minería de agua subterránea.

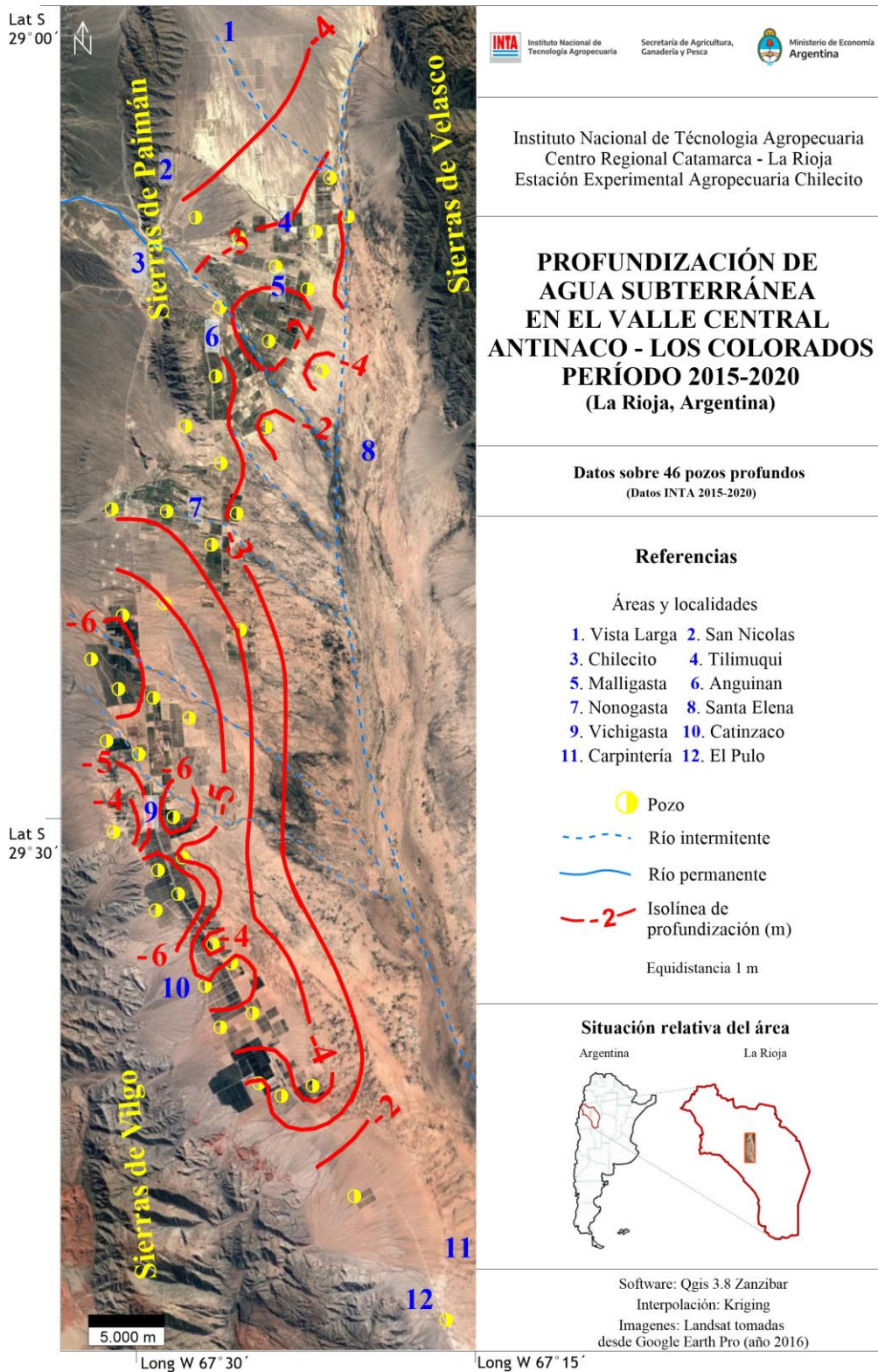


Figura 2. Variación de niveles piezométricos en Valle Central Antinaco – Los Colorados. Fuente: elaboración propia en base a datos de INTA.

En la figura 3 se relaciona la variación mensual de niveles en el Pozo 1 de INTA EEA Chilecito (localizado en el área Tilimuqui) y el consumo mensual de energía eléctrica para

riego en el Departamento de Chilecito. Se observa como a medida que el consumo mensual de energía para riego se incrementa debido al mayor tiempo de bombeo, la profundidad del agua subterránea medida a boca de pozo desciende mientras que, cuando el consumo de energía disminuye, los niveles de agua subterránea se recuperan, pero sin alcanzar el nivel anterior debido a la pérdida de reservas ya mencionada.

Se observa, también, cómo a partir del año 2016 el consumo de energía se incrementa marcadamente alcanzando su pico en diciembre de 2016. Ello se debería, potencialmente, al desarrollo y funcionamiento de pozos profundos al norte del valle con niveles de explotación que superan en algunos casos los 200 m hca (metros altura de columna de agua). Desde el año 2017 en adelante, los consumos de energía para riego se mantienen sin grandes picos y con valores anuales similares. No obstante, tanto la línea de tendencia del consumo de energía eléctrica como la tendencia de descenso de niveles son incrementales.

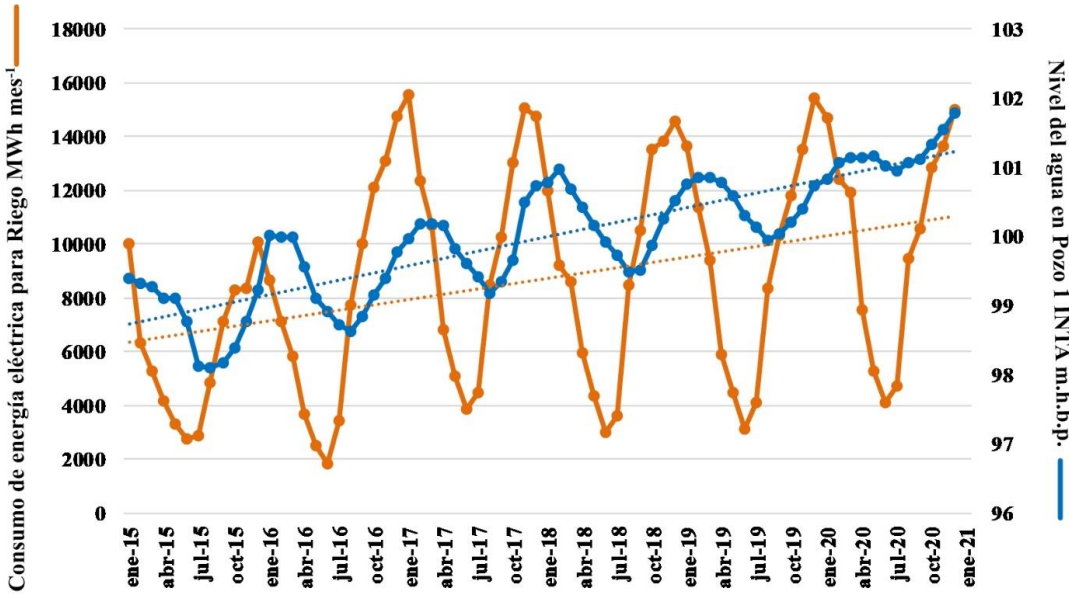


Figura 3. Relación entre la variación anual de niveles estáticos en Pozo 1 de INTA EEA Chilecito y consumo mensual de energía eléctrica para riego en el Departamento de Chilecito. Fuente: elaboración propia en base a datos de INTA y suministrados por EDELAR S.A.P.E.M.

El continuo descenso de los niveles piezométricos y la ampliación de la frontera agropecuaria conllevó a un aumento continuo del uso de energía a razón del 67% en cinco años (período 2015-2020). No obstante, la línea de tendencia para igual período indica un

incremento del 37% cada cinco años. Si solo se consideran los años 2018 y 2020, donde la superficie productiva se mantuvo relativamente estable, la tendencia de incremento de energía ronda el 18% cada cinco años (datos llevados a cinco años para mantener escala temporal) los cuales podrían deberse sólo a la demanda de energía extra en función del descenso de niveles piezométricos y, por lo tanto, la necesidad de elevar el agua desde mayor profundidad.

Si se considera que el valle consume solo en riego 123484 Mwh año⁻¹ (dato para año 2020 brindado por EDELAR) y suponiendo que la generación eléctrica del Parque Solar Fotovoltaico (estimada en 90000 Mwh año⁻¹) se consumiese dentro de esta área, alrededor del 73% de la energía requerida para riego sería generada con fuentes renovables a partir de recursos naturales locales, que sería consumida para el desarrollo de la principal actividad productiva de la zona. Sin embargo, aun así, quedaría por cubrir una demanda eléctrica del 27% a la que se accedería por medio de la infraestructura eléctrica existente que convierte en accesible la electricidad generada en otras zonas del país. Por lo tanto, la cuenca requiere de energía producida por fuera de su territorio para satisfacer el total de la demanda eléctrica de la agricultura. En este sentido es que se plantea que el valle debe importar biocapacidad de otras zonas para mantener y afrontar el crecimiento de esta actividad en el valle.

Lo planteado deja clara la problemática del nexo en la cuenca del Valle Central Antinaco-Los Colorados donde los niveles piezométricos descienden, la demanda de energía para riego de la producción agrícola se incrementa y la energía generada en el territorio no cubre las demandas de la principal actividad productiva. Desde la perspectiva de la Economía Ecológica la situación que atraviesa el valle da cuenta de una situación de desequilibrio al evidenciarse este déficit ecológico entendido como “El nivel de consumo de recursos y descarga de residuos de una economía o población definidas que excede a la producción anual sostenible de la región o localidad y a su capacidad asimilativa...” (Rees, 1996, p. 3 4). Dicho déficit se da al interior de la cuenca en donde los recursos locales (tanto hídricos como

energéticos) no son suficientes para afrontar las demandas que, en este caso, la actividad agrícola genera, razón por la cual la infraestructura disponible funciona como medio para satisfacer esa demanda acercando recursos de otras zonas, esto se conoce como capacidad de carga apropiada o robada (Rees, 1996). Se entiende por capacidad de carga apropiada a “La parte de los flujos de recursos biofísicos y capacidad de asimilación de residuos por unidad de tiempo, del total global, apropiados por una población o economía determinadas.” (Rees, 1996, p. 34).

Identificación de actores

En línea con lo planteado en las secciones anteriores se observa que el valle presenta una clara situación de (in)sustentabilidad en el sentido fuerte del término. La sustentabilidad fuerte niega la sustituibilidad entre capital natural y manufacturado y utiliza la contabilidad física que permite valorar la importancia ecosistémica de los recursos naturales, considera que “Cada generación debe heredar un stock per cápita adecuado de bienes de capital natural no inferior al stock de dichos bienes heredados por la generación anterior.” (Rees y Wackernagel, 1996, p. 225). Así, la concepción de la sustentabilidad en el sentido fuerte de la palabra refleja los principios ecológicos y considera también la multifuncionalidad de los recursos biológicos, que son además de capital natural y en términos de Pearce, Markandya y Barbier (1989) “sistemas de soporte de vida”, por lo que el capital natural y manufacturado no son sustituibles (Pearce et al., 1989; Rees y Wackernagel, 1996).

En línea con lo anterior y considerando la gestión vertical del agua y la energía, resulta fundamental avanzar en procesos colectivos o, al menos, como punto inicial generar espacios políticos y técnicos, como lo sería un Concejo Político y Concejo Técnico a escala de cuenca, como plantea la Ley de Política Hídrica Provincial que carece de decreto que la reglamente.

En la figura 4 se presenta el mapa de actores donde se identifican los principales actores políticos y técnicos y su grado de poder y afinidad en relación con el VALC. Si bien la

metodología del sociograma discierne entre actores de la base social, grupo e instituciones, a los fines de la conformación de un Consejo de carácter Técnico y Político, se excluyeron del análisis aquellos actores que corresponden a la base social. De esta manera se identifican, entre la diversidad de actores, aquellos que corresponden a entidades gubernamentales que desempeñan actividad de control y monitoreo del recurso hídrico, energético y del ambiente. Esto es las Secretarías y vinculados a estos los organismos municipales, instituciones de ciencia y técnica y distintos centros de investigación que cuentan con personal orientado al estudio de algunos de los aspectos del nexo, instituciones que agrupan conjuntos de actores por intereses económico-productivos afines al sector privado como lo son las diferentes cámaras y los grupos de productores diferenciados entre grandes, medianos y pequeños.

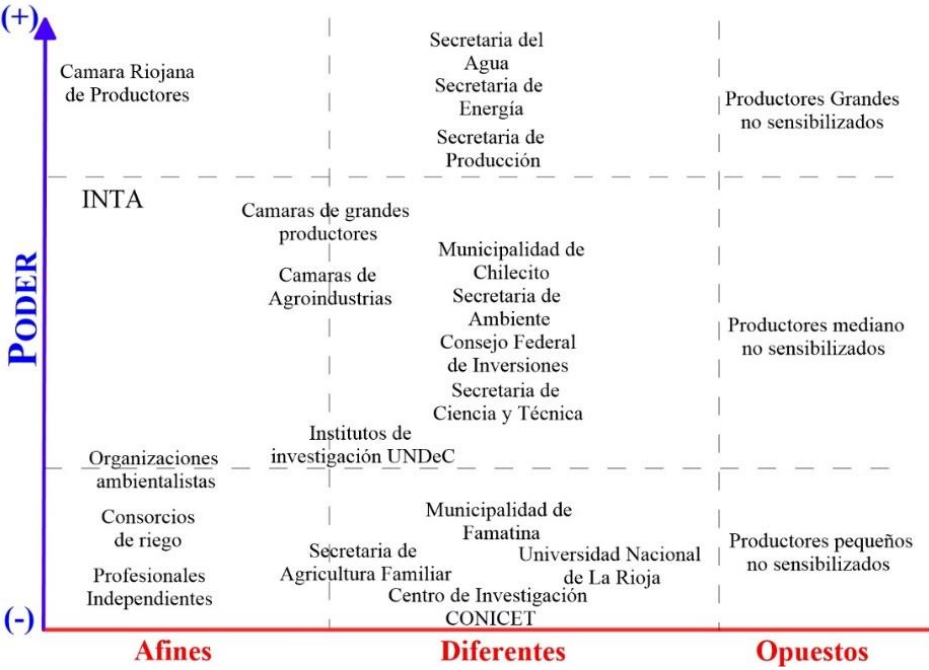


Figura 4. Mapa de actores. Sus posiciones frente a la construcción de un Consejo Técnico y Político para el análisis desde el Nexo Agua, Energía y Alimentos. Fuente: elaboración propia en base a Gareis y Miguel (2022).

La variedad de actores en el VALC da cuenta de un amplio y diverso conjunto de racionalidades que observan, gestionan e impulsan transformaciones del territorio en base a diferentes lógicas asociadas a determinados intereses. Es un entramado socioproductivo complejo en donde cada actor se articula de una manera particular con los restantes,

existiendo redes internas que permiten entender el porqué de la actual situación del área bajo estudio. Entender a estas relaciones de un modo dinámico es fundamental, el sociograma permite tener una imagen en un momento determinado en base al grupo de trabajo con el que se desarrolló la técnica, razón por la cual siempre requiere de nuevos ajustes y relecturas (Gareis y Miguel, 2022).

Identificar los actores, caracterizarlos, indagar en las racionalidades que motivan sus intereses y conocer, de modo general, como se disponen en la gráfica según grado de poder y afinidad. Ello da múltiples aristas sobre las que trabajar y profundizar, en este caso, a los fines de establecer un Consejo Técnico y Político para abordar el VALC desde el enfoque del nexo para plantear y pensar nuevas formas de gestión de recursos que son vitales para el desarrollo del valle, entendiendo a la sustentabilidad en el sentido fuerte del término.

Conclusiones

La problematización del nexo al vincular la evolución del recurso hídrico subterráneo en la cuenca del Valle Central Antinaco-Los Colorados, el consumo de energía para riego agrícola, e identificar los actores, su grado de poder y su posición frente a la construcción de un Consejo Político y Técnico pone en evidencia la necesidad de contar con una visión sistémica del territorio. En este sentido, el enfoque del nexo resulta ser una herramienta que tiende a la articulación de aspectos cruciales para el desarrollo de los territorios.

Entender las características de la cuenca del Valle Central Antinaco-Los Colorados en función de la actividad agrícola, la energía, el agua y su gestión constituyen aspectos ineludibles sobre los que avanzar en pos de evidenciar y poner en discusión los actuales usos y modos de gestión de los recursos. Ello con base en un conjunto de datos e investigaciones que dan cuenta de la delicada situación que atraviesa la zona y que demanda de cambios profundos que atiendan a las luces de alerta que desde el ámbito científico-académico se han pronunciado en torno a los límites físicos del recurso hídrico, el incremento en la dependencia

energética y el aceleramiento de los procesos productivos que lograron, por medio de la tecnología y el capital, desacoplarse de los límites naturales locales.

El descenso sostenido en el tiempo de las reservas del acuífero, con las particularidades que presenta el valle atenta la viabilidad en el mediano y largo plazo de la actividad económico-productiva en la zona y, con ello, todo el andamiaje de actividades vinculadas. Analizar la escasez económica del agua resulta fundamental, al igual que plantear escenarios tendenciales que den mayores herramientas y fundamentos para incidir de manera articulada y orientada a resolver una problemática que, de no redireccionarse, vaticina un futuro sombrío para la región. Lo anterior es, a la vez, profundizar en el entendimiento de las racionalidades a nivel de grupos de productores contribuiría a comprender las diferentes lógicas que motorizan ciertos modos de usos de recursos. Estudios futuros también podrían orientarse a vincular a la lectura del nexo el enfoque de la Economía Ecológica que considera los procesos de la economía como una parte integrada de una visión agregada de la naturaleza, que es la biósfera y los ecosistemas que la componen. Esto contribuiría a la visión integral que se plantea desde el nexo.

Referencias

- Astudillo-Banegas, J., Villasante-Prieto, T. R., Correa-Herrera, F., Piedra-Martínez, A. y Cumbe-Juela, M. (2015). Herramientas para la participación social. *Revista Acordes* (7), 1-37.
- Avellan, T., Ardakanian, R., Perret, S. R., Ragab, R., Vlotman, W., Zainal, H., Im, S. y Gany, H. A. (2018). Considering resources beyond water: irrigation and drainage management in the context of the water-energy-food Nexus. *Journal of irrigation and drainage*, 67:12-21. doi: <https://doi.org/10.1002/ird.2154>
- Ávila-Castañeda, G. I., Román-Gutiérrez, A. D., Otázo-Sánchez, E. M. y Acevedo-Sandoval, O. A. (2023). ¿Qué es el nexo agua-energía-alimentos? *PÁDI Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 10 (20): 29-35. doi: <https://doi.org/10.29057/icbi.v10i20.10135>
- Ballester-Vargas, M. y López-Lee, T. (2017). El Nexo entre el agua, la energía y la alimentación en Costa Rica. El caso de la cuenca alta del río Reventazón. *CEPAL Serie Recursos Naturales e Infraestructuras*, (182), 1-69. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42507/2/S1701032es.pdf>
- Bruniard, E. D. (1982). La diagonal árida argentina: un límite climático real. *Revista Geográfica* (95), 2-20. Recuperado de: <http://www.jstor.org/stable/40992410?origin=JSTOR-pdf>
- Carrizo, J. E. (2022). *Sistematización de datos de precipitaciones antecedentes*. Informe Técnico. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Inédito.
- Costa, M. C. y Minetti, J. L. (2001). *El agua: una limitante de la agricultura en La Rioja. Jornadas de Avances en la producción vegetal del NOA (1998-2001)*. San Miguel de Tucumán, Argentina. (pp. 146-152)
- Custodio, E. (2015). *Aspectos hidrológicos, ambientales, económicos, sociales y éticos del consumo de reservas de agua subterránea: Minería del agua subterránea en España*. Cataluña, España: Aqualogy.

- Embid, A. y Martín, L. (2017). El Nexo entre el agua, la energía y la alimentación en América Latina y el Caribe. Planificación, marco normativo e identificación de interconexiones prioritarias. *CEPAL Serie Recursos Naturales e Infraestructuras*, (179): 1-69. Recuperado de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/41069-nexo-agua-la-energia-la-alimentacion-america-latina-caribe-planificacion-marco>
- Gareis, M. C. y Miguel, R. E. (2019). Análisis del consumo eléctrico en el Valle Antinaco-Los Colorados. Relevancia del sector agrícola. *Revista Ciencia, Docencia y Tecnología*, 30(58), 01-23. doi: <https://doi.org/10.33255/3058/346>
- Gareis, M. C. y Miguel, R. E. (2022). Contribución del sociograma al enfoque Nexo Agua, Energía y Alimentación. Avance en el estudio del Valle Antinaco-Los Colorados (La Rioja, Argentina). *Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales. Relmecs*, 12(1), 1-12. doi: <https://doi.org/10.24215/18537863e106>
- Geilfus, F. (2002). *80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación*. Costa Rica: IICA. Recuperado de <https://ejoventut.gencat.cat/permalink/aac2bb0c-2a0c-11e4-bcfe-005056924a59>
- Miguel, R. E. y Gonzalez-Ribot, J. V. (2016). Evolución hidrodinámica e hidroquímica del acuífero explotado para riego en las Colonias Agrícolas de Tilimuqui, Malligasta y Anguinan, Chilecito, La Rioja. En R. García y M. Blarasin (Ed.), *IX Congreso Argentino de Hidrogeología* (pp. 166-173). San Fernando del Valle de Catamarca, Argentina: Editorial Científica Universitaria.
- Miguel, R.E. y Gonzalez-Ribot, J. V. (2022). *Informes de caudales de ríos y manantiales de la Cuenca Antinaco-Los Colorados*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Informe inédito.
- Miguel, R. E. y Gareis, M. C. (2021). Diseño y aplicación de indicadores de dependencia eléctrica vinculada al riego. En S. Corbetta et al. (Comp.) *III Jornadas Internacionales y V Jornadas Nacionales de Ambiente: libro de resúmenes extendidos*. Villa Tesei, Argentina: Universidad Nacional de Hurlingham; Universidad Nacional de Moreno (pp. 1130-1133). Recuperado de <https://jornadasambiente.ar/libros-de-resumenes/>
- Miguel, R.E. y Gareis, M. C. (2023). El nexo en la producción de alimentos, la agricultura irrigada y la energía eléctrica en la República Argentina. *XXVI Congreso Nacional del Agua*. (pp. 1-2). Buenos Aires, Argentina. Recuperado de <https://conagua.ina.gob.ar/trabajos/0505-0028.pdf>
- Miguel, R. E., Capece, M. G. y Gareis, M. C. (2018). Análisis del recurso hídrico subterráneo en el Valle Antinaco-Los Colorados desde el enfoque del Nexo agua, energía y alimentación. En R. García, E. Castro, O. Tujchneider, V. Rocha-Fasola, M. Rangel-Medina, R. Hirata, M. Paris y A. Manganelli. *El agua subterránea: recursos sin fronteras: acuíferos transfronterizos. El agua subterránea y las ciudades. Planificación y gestión. XIV Congreso Latinoamericano de Hidrogeología, X Congreso Argentino de Hidrogeología y VIII Seminario Hispano-Latinoamericano*. (pp. 179-187). Salta, Argentina: Universidad Nacional de Salta.
- Ministerio de Hacienda de la Nación Argentina Secretaría de Política Económica Subsecretaría de Programación Microeconómica (2018). *Informes Productivos Provinciales, La Rioja*. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe_productivo_la-rioja.pdf
- Palmisano, T. (2016). Entre pozos y acequias. Transformaciones en el uso del agua y la tierra en el Valle de Famatina (Argentina). *Mundo Agrario*, 17(36), 1:15. Recuperado de <https://www.mundoagrario.unlp.edu.ar/article/view/MAe027>
- Parque Eólico Arauco (PEA, 2022). Parque Eólico Arauco. Recuperado de <https://peaenergia.com/>
- Pearce, D., Markandya, A. y Barbier, E. (1989). *Blueprint for a Green Economy*. London: Earthscan Publications.
- Peña, E. P. (1969). *Primera Reunión Nacional para la experiencia piloto de desarrollo cultural en la Rioja en Anales de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinarias*. Tomo XXIII, pp. 206-218). Buenos Aires, Argentina: Editorial ANAV. Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/32777>
- Poblete, M. A. y Guimarães, R. E. (2006). *Evaluación hidrogeológica de los acuíferos explotados en la cuenca Antinaco-Los Colorados*. San Juan, Argentina: Instituto Nacional del Agua, Centro Regional de Aguas Subterráneas-INA CRAS.
- Rees, W. E. (1996). Indicadores territoriales de sustentabilidad. *Ecología Política* (12), 27-41. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/15290>
- Rees, W. E. y Wackernagel, M. (1996). Urban ecological footprints: Why cities cannot be sustainable-and why they are a key to sustainability. *Environ Impact Assess Rev.* (16), 223-248. doi: [https://doi.org/10.1016/S0195-9255\(96\)00022-4](https://doi.org/10.1016/S0195-9255(96)00022-4)
- Rodriguez-Capítulo, L., Espínola, L., Yoya, F., Gáspari, F., Mazzuchelli, G. y Kruse, E. (2022). Bases para estudiar las alteraciones del régimen hidrológico y su importancia ecológica en la Argentina. *Ecología Austral* (32), 273-296. doi: <https://doi.org/10.25260/EA.22.32.1.1.1219>

- Salvioli, G. (1980). *Información pluviométrica Área Antinaco-Los Colorados, Provincia de La Rioja*. San Juan, Argentina: Instituto Nacional del Agua, Centro Regional de Aguas Subterráneas-INA CRAS. Área Hidrología D-18.
- Simpson, G. B., Jewitt, G. P. W., Becker, W., Badenhorst, J., Masia, S., Neves, A. R., Rovira, P., Pascal, V. (2022). The Water-Energy-Food Nexus Index: A Tool to Support Integrated Resource Planning, Management and Security. *Frontiers in Water* 4: 825-854. doi: <https://doi.org/10.3389/frwa.2022.825854>
- Sosic, M. (1971). *Descripción hidrogeológica del Valle de Antinaco-Los Colorados, prov. de La Rioja*. Buenos Aires: Dirección Nacional de Geología y Minería. Boletín 123.
- Torres, N. (2006). *Organización de usuarios de agua de riego en el departamento Chilecito (La Rioja)*. III Jornadas de Actualización en Riego y Fertiriego. Universidad Nacional de Cuyo. Recuperado de <https://www.ina.gob.ar/archivos/pdf/CRA-IIIFERTI/CRA-RYD-29-Torres2.pdf>
- Victoria, J. (1962). Capítulo 4. Provincia geológica de los bolsones de los llanos occidentales. En J. Victoria (Ed.), *Evaluación de los recursos naturales de la Argentina, Recursos Hidráulicos Subterráneos* (pp. 55-73). Buenos Aires: Consejo Federal de Inversiones.
- Viel, J., Cadena, C., Hoyos, D., Juárez-Castelló, M. y López-González, L. (2014). Análisis y Caracterización del Consumo de Energía (2005- 2013)-Matriz Energética de Provincia de La Rioja, República Argentina. En *VII Congreso Argentino de Ingeniería Industrial. Universidad Tecnológica Nacional*. Trabajo A-10 (pp. 1-12). Recuperado de http://www.edutecne.utn.edu.ar/coini_2014/trabajos/A_010.pdf
- Vita-Sherman, F., Miguel, R. E., Baberis, G. C. y Sierra, E. M. (2020). *Aptitud agroclimática del olivo y frutos secos en La Rioja*. La Rioja: Chilecito, José Alfredo Soria.
- Zambrano, J. J. (1983) Explicación de un mapa geológico estructural del Valle Antinaco-Los Colorados. San Juan, Argentina: Instituto Nacional del Agua, Centro Regional de Aguas Subterráneas-INA CRAS.
- 360 Energy (2022). *Características del Parque Solar Fotovoltaico Nonogasta*. Recuperado de <http://www.360energy.com.ar/psf-nonogasta/>