

# LA IMPLEMENTACIÓN DE VEDA COMO UNA HERRAMIENTA PARA CONTROLAR LA DEGRADACIÓN DEL ACUÍFERO COSTERO LA YARADA, TACNA, PERÚ

## *THE IMPLEMENTATION THE CLOSURE AS A TOOL TO CONTROL THE DEGRADATION OF THE COASTAL AQUIFER LA YARADA, TACNA, PERU*

*Edwin Pino-Vargas\* y David Ascencios-Templo\*\**

El acuífero La Yarada, emplazado en la zona más árida de la costa peruana y cabecera del desierto de Atacama, se caracteriza por su extrema escasez de recursos hídricos. Se efectuó el análisis entre la veda y el control de la degradación del acuífero, identificándose tres interrelaciones: rápido crecimiento de la extracción no autorizada, carácter disperso e incontrolado, brusco descenso e intentos de crear una gobernanza específica de las aguas subterráneas, concluyéndose que al 2019 la situación del acuífero es caótica, el desbalance es muy alto  $-144,09 \text{ Hm}^3/\text{año}$ , las perforaciones de pozos a pesar de los dispositivos legales vigentes ha continuado dándose en forma indiscriminada. La crisis de gobernanza y gobernabilidad se hace cada vez más marcada y el Estado peruano no cuenta con las herramientas adecuadas para hacer cumplir las disposiciones respecto de la veda. La implementación de veda de 1989 acerca de la incorporación de nuevos pozos y ratificada en 1998, no pudo controlar la degradación del acuífero. Asimismo, el D.S. N° 007-2015-MINAGRI, resulta contradictorio e inaplicable al no poder otorgarse licencia para un recurso inexistente (balance negativo), esto ratifica la fragilidad del Estado para implementar mecanismos que permitan cumplir lo dispuesto en la R.M. N° 0555-89-AG/DGAS y su ratificación mediante R.M. N° 696-98-AG que declaran la veda en el acuífero.

**Palabras claves:** Veda de acuíferos, degradación acuíferos, acuífero La Yarada, hidrogeología.

*The La Yarada aquifer, located in the driest area of the Peruvian coast and head of the Atacama Desert, is characterized by its extreme scarcity of water resources. The analysis was carried out between the closure and the control of the degradation of the aquifer, identifying three interrelations; rapid growth of unauthorized extraction, dispersed and uncontrolled nature, abrupt decline and attempts to create a specific governance of groundwater, concluding that by 2019, the aquifer situation is chaotic, the imbalance is very high  $-144.09 \text{ Hm}^3/\text{year}$  Well drilling, despite the legal provisions in force, has continued to occur indiscriminately. The governance and governability crisis is becoming more marked and the Peruvian state does not have the appropriate tools to enforce the provisions regarding the ban. The implementation of a ban in 1989 on the incorporation of new wells and ratified in 1998, could not control the degradation of the aquifer. Likewise, the D.S. N° 007-2015-MINAGRI, is contradictory and inapplicable as it cannot be granted a license on a non-existent resource (negative balance), this ratifies the fragility of the state, to implement mechanisms that allow compliance with the provisions of the R.M. N° 0555-89-AG/DGAS and its ratification by R.M. N° 696-98-AG declaring the closure of the aquifer.*

**Key words:** Closure of aquifers, aquifer degradation, La Yarada aquifer, hydrogeology.

### Introducción

El acuífero La Yarada se encuentra emplazado en el desierto de Atacama, este se caracteriza por ser un espacio relacional en el que confluyen múltiples formas de apropiación social de la naturaleza, que establecen relaciones de cohabitación o conflicto (Manríquez *et al.*, 2019). Las relaciones geográficas en esta región requieren un análisis espacial integrado a nivel sudamericano, que supere las ficticias

divisiones nacionales de los climas, sustituyéndola por análisis que contribuyan a su predicción y mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes enfrentados a las variabilidades y cambios climáticos (Mendonça, 2017). En el norte de Chile el factor climático ha actuado constantemente, meteorizando y erosionando los materiales, dando como resultado formas derivadas de procesos gravitacionales, fluviales y, en menor medida, periglaciales (Rodríguez *et al.*, 2017; Sarricolea *et al.*, 2017).

\* Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú. Correo electrónico: epinov@unjbgu.edu.pe  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7432-4364>

\*\* Departamento de Recursos Hídricos, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.  
Correo electrónico: dascencios@lamolina.edu.pe

El agua subterránea es un insumo fundamental para las actividades económicas y el principal reservorio hídrico de la tierra (Puri y Alice, 2009; Villar, 2015; Wada y Lena, 2013). Es una fuente vital de agua de la que dependen muchas personas en vastas regiones de todo el mundo, especialmente en regiones áridas donde el acceso al agua dulce es limitado; deben llevarse a cabo métodos eficientes y una gestión adecuada para mantener un uso sostenible del agua subterránea (Morsy *et al.*, 2018). Es el recurso de agua dulce más grande del mundo, y cobra vital importancia para la agricultura bajo riego y, por tanto, para la seguridad alimentaria mundial (Aeschbach-Hertig & Gleeson, 2012). El crecimiento de la población, el desarrollo socioeconómico y el cambio climático agregarán presiones en los recursos hídricos limitados (Abdulrazzak *et al.*, 2020); según Booker y Trees (2020), el aumento de la escasez de agua provoca una variedad de presiones en la producción agrícola, debido a la demanda actual y creciente de alimentos.

Existe gran cantidad de evidencia científica que documenta el uso excesivo de las aguas subterráneas en todo el mundo; a pesar de esta evidencia, muchos y quizás la mayoría de los acuíferos no se gestionan de manera sostenible (Garner, 2019). Para evitar la sobreexplotación o desarrollo intensivo, se debe tener en cuenta los largos períodos de renovación de algunos acuíferos (Gleeson *et al.*, 2010). La explotación rigurosa de las aguas subterráneas para riego, la disminución de las precipitaciones y los atributos geológicos de la superficie conducen a una tendencia descendente de los niveles freáticos; sin duda, esto obstaculizará la seguridad alimentaria del país y, en última instancia, amenazará su sostenibilidad socioeconómica (Rahman *et al.*, 2016).

El acuífero costero La Yarada no es ajeno a esta situación; la crisis de gobernabilidad y gobernanza en el uso del agua subterránea es un elemento que contribuye al agotamiento y deterioro de su calidad, por procesos de contaminación asociados a la intrusión marina (Pino *et al.*, 2020; Pino *et al.*, 2019; Pino, 2019; Pino *et al.*, 2018; Pino *et al.*, 2017). Se debe hacer especial hincapié en la inminente crisis del agua que responde en gran medida a una crisis de gobernanza. Muchos países carecen de las instituciones, la legislación y los instrumentos financieros necesarios para afrontar sus respectivas crisis del agua (UNESCO, 2017). Expertos en temas relacionados al agua creen que esta crisis puede superarse fomentando un comportamiento ambiental

sostenible en la utilización de los recursos de aguas subterráneas y aumentando el conocimiento, la actitud y la sensibilidad ambiental de los agricultores (Raeisi *et al.*, 2018).

El desarrollo intensivo del agua subterránea puede tener efectos catastróficos y contribuir con la crisis hídrica al deprender esta fuente de recursos (SUNASS, 2017). Las graves consecuencias causadas por el agotamiento insostenible del agua subterránea han sido ampliamente informadas, restringir el bombeo en acuíferos agotados requiere identificar fuentes de agua alternativas; se percibe que la gestión del agua subterránea necesita una acción integrada considerando los sistemas ambientales y socioeconómicos (Yao *et al.*, 2019). Una política de gestión del agua subterránea aborda el manejo de este recurso, incluido el desarrollo, la protección y la reducción de la extracción de los acuíferos a una tasa sostenible, es decir, a rendimiento seguro (El-Naqa y Al-Shayeb, 2009). Según Jha (2013), mantener el rendimiento sostenible a largo plazo de los acuíferos es una preocupación mundial, particularmente en los países en desarrollo.

El desarrollo sostenible del agua subterránea a escala global y local se logra mediante el uso racional y su protección, equilibrados con los beneficios económicos, ambientales y sociales (Hiscock *et al.*, 2002). La gestión del agua subterránea y superficial es esencial para el desarrollo social; esto es especialmente cierto en las regiones áridas y semiáridas, donde las tasas de evaporación son altas y la precipitación es muy baja. Para garantizar un desarrollo económico sostenible en los países afectados por la sequía, el agua subterránea y superficial debe gestionarse de manera eficiente (Li *et al.*, 2018).

Las últimas décadas se ha hecho más agudo el problema de la escasez de agua en la costa peruana; según Muñoz (2015), los factores que causan esta situación son el fuerte crecimiento agroexportador, el crecimiento poblacional y los efectos del cambio climático. Asimismo, la política pública desde los años 90 ha promovido la inversión privada y la agroexportación en la costa; y es responsable en parte de la escasez de agua y el deterioro de los acuíferos (Muñoz, 2015). Asimismo, los acuíferos costeros se encuentran sobreexplotados o con desarrollo intensivo y los entes estatales tienen pocos mecanismos para hacer cumplir las disposiciones públicas respecto del uso de las aguas subterráneas. Según Pino *et al.* (2018), la política de gobierno

peruana genera una grave colisión entre la Resolución Ministerial N° 696 (1998) que ratifica la veda en el acuífero de La Yarada y el Decreto Supremo N° 007 (2015), que autoriza formalizar o regularizar las licencias de uso de agua en el referido acuífero. Esta situación ha generado un antecedente negativo de la política gubernamental en la administración y gestión del agua y en general de todos los recursos naturales en el territorio peruano.

A la actualidad, no se ha podido controlar las perforaciones de pozos sin licencias, los descensos de nivel freático y la degradación de la calidad del agua del acuífero (Pino, 2021, Pino V. *et al.*, 2019; Pino *et al.*, 2019; Pino, 2019; Pino *et al.*, 2018; Pino *et al.*, 2017); en este sentido, este trabajo explica cómo la implementación de la veda para nuevas extracciones ha sido un intento fallido para controlar la degradación del acuífero costero de La Yarada.

### Materiales y métodos

Procedimos a recopilar información de estudios, reportes e informes y se realizó el análisis de las interrelaciones entre la dación de la veda de nuevas extracciones y el control de la degradación del acuífero, que está cargo de la Autoridad Nacional del Agua (ANA). Tomándose como base los paradigmas de gobernabilidad, según Birkenholtz (2015) se debe relacionar el nivel de análisis respecto de cultura política, instituciones y políticas públicas; y campos de acción gubernamental en lo político, económico y social, que tienen una articulación sustentada en acuerdos básicos entre el aparato gubernamental, dirigentes y usuarios.

Con este enfoque integrado, analizamos las interacciones entre los elementos mencionados para explicar la respuesta, es decir, interacciones internas y externas para explicar el fallo de la aplicación de la veda en evitar la degradación del acuífero.

### Recopilación de información y fuente de datos

El acuífero La Yarada ha sido estudiado en el transcurso del tiempo por diferentes instituciones públicas y privadas tales como el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), Autoridad Nacional del Agua (ANA), Gobierno Regional Tacna (GORE), Proyecto Especial Tacna (PET) entre otros. Instituciones que disponen de datos

históricos respecto de inventarios de infraestructura de captación, estudios geológicos, geofísicos, medición de niveles freáticos, monitoreo de calidad de agua, balances hídricos, entre otros.

### Descripción del área de estudio

El acuífero costero La Yarada se encuentra ubicado en la región Tacna al sur de Perú, límite con Chile y Bolivia (Figura 1), región caracterizada por escasez de agua superficial, condición que se ha visto agudizada en las últimas décadas debido a la frecuente ocurrencia de sequías, la ampliación de la frontera agrícola con la incorporación de nuevos pozos de explotación de aguas subterráneas y el acelerado crecimiento poblacional de la ciudad de Tacna.

La zona presenta un clima desértico, con precipitaciones anuales escasas que en varios años llegan a ser nulas. La temperatura presenta poca variabilidad interanual, una media anual de 12 °C a los 3.000 msnm, con máximas de 22 °C en verano y mínimas de 4 °C en invierno, mientras que para altitudes mayores a 4 000 msnm la media alcanza los 3 °C, máximas de 20 °C en verano y mínimas -15 °C en invierno.

Los balances hídricos reportados para el acuífero corresponden a diferentes instituciones, en 1965 el Instituto Nacional de Investigación y Fomento Minero (INIFM) reportó que el acuífero La Yarada arroja un superávit anual de 36,0 Hm<sup>3</sup>. Para 1989 el Proyecto Especial Tacna (PET), adscrito al Instituto Nacional de Desarrollo (INADE), reportan un balance negativo que asciende a los -15,5 Hm<sup>3</sup>. Asimismo, en el 2009, el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), concluye que el acuífero se encuentra en desbalance con -44,0 Hm<sup>3</sup> y finalmente el 2019 la Autoridad Nacional del Agua (ANA) concluye que el acuífero está en desbalance con -144,09 Hm<sup>3</sup>, cifras que denotan el deterioro progresivo del sistema por intrusión marina (Figura 2). Según Pino *et al.* (2019), existe coincidencia entre la dirección del flujo subterráneo y el aumento en el contenido de cloruros, aunque localmente se aprecian algunas desviaciones; las secciones geoeléctricas permiten identificar una capa inferior con resistividades bajas y muy bajas, lo que expresa un acuífero altamente mineralizado en el litoral, denotando procesos de intrusión marina.

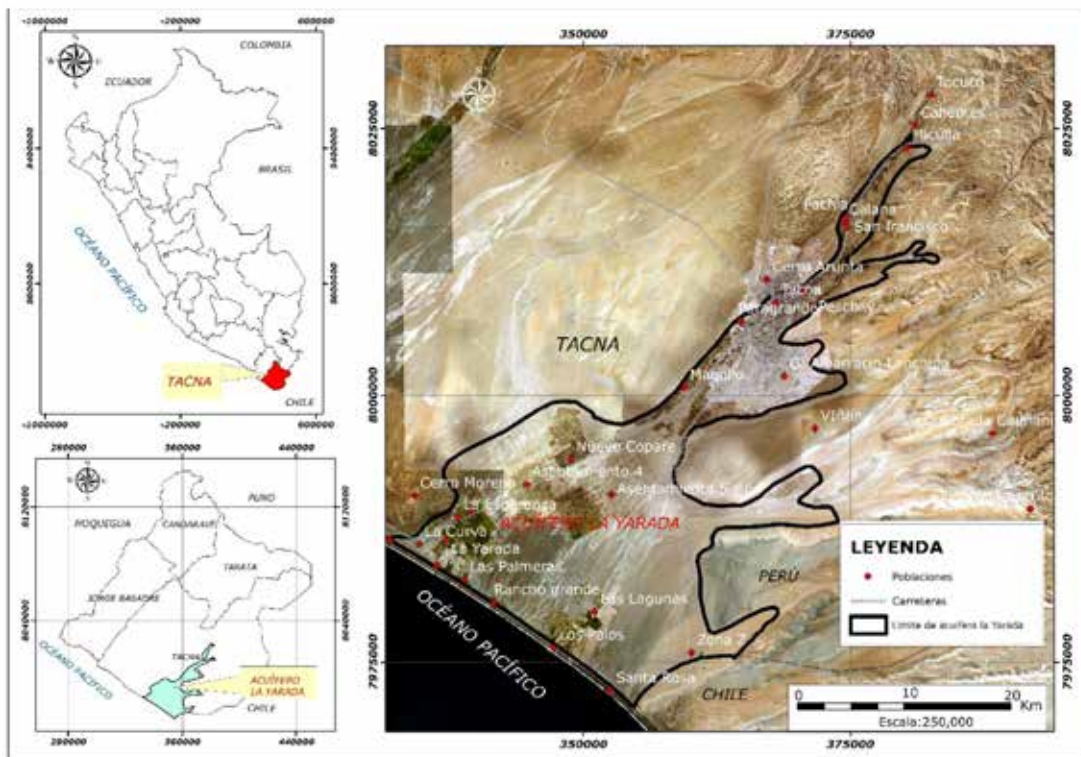


Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio.

### Instrumentos legales

La gestión adecuada de un acuífero requiere de instrumentos legales que permitan su administración; el ente rector de la administración de los recursos hídricos en el país es la Autoridad Nacional del Agua (ANA), creada el 13 de marzo de 2008 por Decreto Legislativo N° 997 en el marco de la gestión integrada de los recursos naturales, ANA, administra, conserva, protege y promueve el uso sostenible y responsable del agua en las cuencas hidrográficas del país. El 31 de marzo de 2009 se promulga la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, la que regula el uso y gestión de los recursos hídricos. A su vez, en Perú resulta necesario contar con un marco normativo específico para el agua subterránea que reconozca su particularidad (Pino *et al.*, 2018).

Según Pino (2019), se ha identificado que el período de explotación en régimen equilibrado (recarga-extracciones) fue hasta la década de los 70 y no equilibrado a partir de los 80. En este sentido, en 1989 se publica la Resolución Ministerial N° 0555-89-AG/DGAS que prohíbe cualquier

nueva excavación de aguas subterráneas en el acuífero La Yarada. En esa época ya se advierte el desarrollo intensivo del acuífero y la salinización por intrusión marina.

Entre 1994 y 1998 se dieron dispositivos legales orientados a reforzar la veda del acuífero y profundizar los estudios hidrogeológicos, ratificado por el Tribunal Constitucional del Perú (Sentencia del 27 de enero de 2003), específicamente la R.M. N° 696-98-AG, mientras que el Estado transfería responsabilidades financieras, de gestión y control de los recursos hídricos a la Junta de Usuarios La Yarada.

En 1991 se aprobó el Decreto Supremo 134-91-PCM y entra en vigencia el subsidio de energía eléctrica para los agricultores de La Yarada que tuviesen una propiedad menor a 15 hectáreas; los agricultores pagan el 45%, mientras que el otro 55% es asumido por el Gobierno Regional Tacna.

En el 2015 se publica el D.S. N° 007-2015-MINAGRI, el que señala: “Las zonas declaradas en veda mantienen su condición, procediéndose de manera excepcional y por única vez a formalizar o

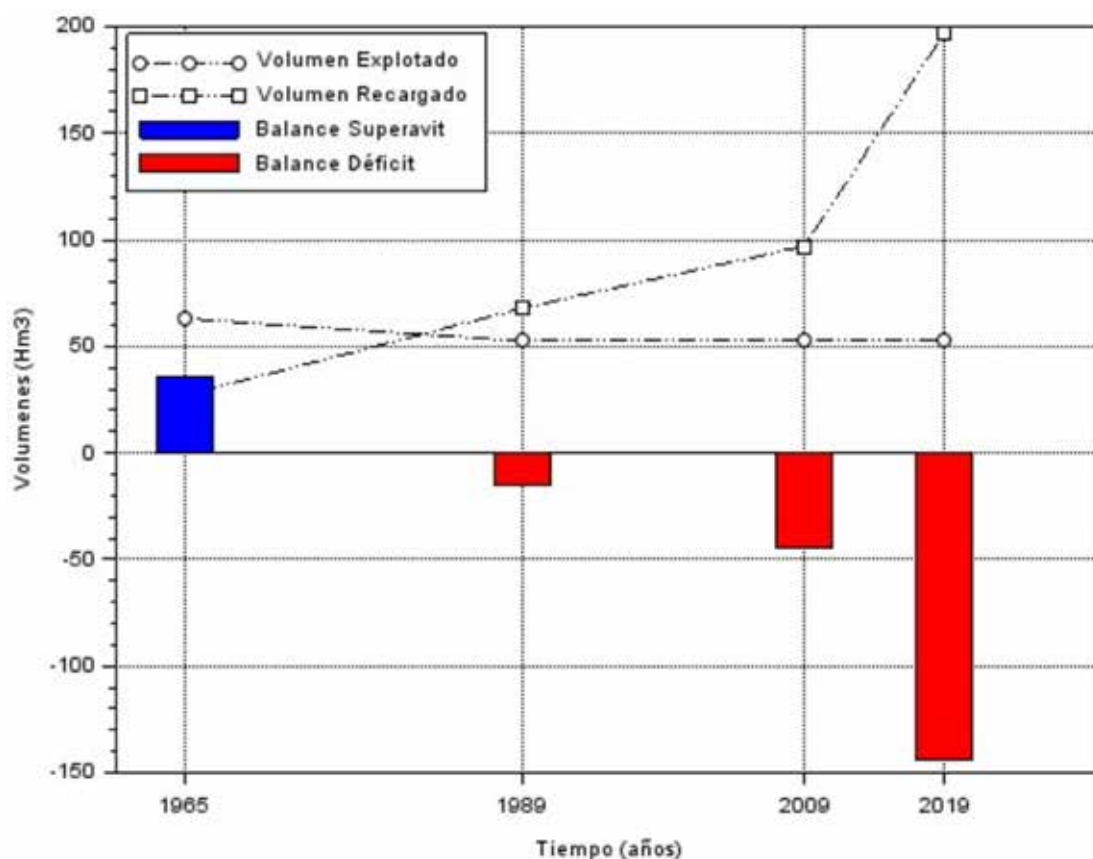


Figura. Evolución del balance hídrico en el acuífero de 1965 a 2019.

regularizar las licencias de uso de agua, conforme con lo establecido en el presente Decreto Supremo”. Según Pino *et al.* (2018), este decreto resulta contradictorio, existiendo la R.M. N° 696-98-AG que ratifica la veda respecto de la prohibición de nuevas perforaciones y extracción de agua de pozos no autorizados en el acuífero de La Yarada. La experiencia postemisión del D.S. N° 007-2015-MINAGRI ha demostrado que la situación se agravó, se realizaron perforaciones en forma indiscriminada; generándose un antecedente negativo en la política gubernamental respecto de la gestión del agua y en general de todos los recursos naturales en el territorio peruano.

### Resultados y discusión

Se relacionaron niveles de análisis (cultura política, instituciones y políticas públicas) y campos de acción gubernamental (campo político, económico y social) (Birkenholtz, 2015), en este caso, los actores involucrados no muestran una

articulación adecuada, los dispositivos legales no fueron implementados por la ANA, mostrando una política pública deficiente, los acuerdos entre las élites dirigenciales y los usuarios no se respetan. En este sistema identificamos tres argumentos interrelacionados: primero, el rápido crecimiento de la extracción no autorizada de agua subterránea ha creado una configuración inestable entre la ANA y los usuarios de agua subterránea, siendo la ANA el ente gubernamental encargado del monitoreo del acuífero respecto de niveles freáticos y calidad del agua. En segundo lugar, el carácter disperso e incontrolado de la extracción de agua subterránea genera un brusco descenso y deterioro de su calidad por procesos de intrusión marina. Los intentos de crear una gobernanza específica del agua subterránea están conduciendo a generar innovaciones para que los usuarios sean visibles y gobernables. En tercer lugar, en contraposición a que esto lleve a una gobernanza descentralizada del agua subterránea, apostamos por un resurgimiento del estado de

conservación de la misma y la recentralización de políticas e instituciones que permitan su uso racional, por tanto una buena alternativa es involucrar a los usuarios en el proceso de formulación de políticas de gestión del agua subterránea.

En un acuífero que se encuentra en proceso inicial de desbalance, es posible proponer tres niveles de veda: rígida, flexible y controlada (Silva *et al.*, 2011); en el acuífero La Yarada que está en condición de no equilibrado desde la década de los 80, es factible establecer un solo nivel que corresponde a una veda rígida; es así que en 1989 se emite R.M. N° 00555-89-AG/DGAS que declara la primera veda en La Yarada. En esa época la relación descarga/recarga ya empezaba a representar un riesgo a la sostenibilidad del sistema. A partir de los 90, la situación se acrecienta, se emite la R.M. N° 696-98-AG que ratifica el estado de veda en el acuífero, pero se inicia un proceso de perforación de pozos no autorizados, al margen de las leyes vigentes, sin control gubernamental, con lo que se inicia la crisis en la gobernanza y gobernabilidad sobre la operación del acuífero.

Llegado a este punto, es notorio que la implementación de la veda pasa a ser un intento fallido para controlar la degradación del acuífero costero La Yarada; el Estado no tiene los mecanismos adecuados ni la decisión política para hacer cumplir las disposiciones públicas respecto de la veda de uso del agua subterránea (Pino, 2018; Muñoz, 2015).

En el sistema peruano existen mecanismos de gestión, decretos y resoluciones ministeriales citadas, pero no son aplicados por parte de las instituciones públicas, lo que demuestra falta de gobernabilidad. En tal sentido, existen instrumentos de gestión, pero no funcionan, debido a la inacción de las instituciones gubernamentales.

Posteriormente, la crisis se desborda al haberse emitido el D.S. N° 007-2015-MINAGRI; que tuvo como objetivo regular los procedimientos de formalización y regularización de licencias de uso de agua a quienes utilizan dicho recurso de manera pública, pacífica y continua sin contar con el respectivo derecho de uso de agua. Según Pino (2019), los gestores del agua en el acuífero han tomado medidas tales como las vedas y decretos de regularización de pozos no autorizados, que incentivaron las perforaciones en forma indiscriminada con el fin de legalizarlas. En este contexto, la implementación de vedas ha sido un intento fallido para evitar la degradación del acuífero; el balance

hídrico reportado por la Autoridad Nacional del Agua para el 2019, reporta  $-144,09 \text{ Hm}^3$ , cifras que denotan el deterioro progresivo del sistema.

Ante esta situación, en el sistema peruano se debe consolidar y hacer fuerte la institucionalidad en materia de Derecho de Aguas; esto no es una necesidad única para el caso del agua subterránea, sino de manera general para los recursos hídricos en todas sus formas.

## Conclusiones

Al 2019 la situación del acuífero La Yarada es caótica, el desbalance reportado es muy alto para las dimensiones de este sistema  $-144,09 \text{ Hm}^3/\text{año}$ , las perforaciones de pozos a pesar de los dispositivos legales vigentes se han continuado dando en forma indiscriminada, manteniéndose las cifras de extracción superiores a la recarga. Los actores involucrados no concuerdan en forma adecuada y los dispositivos legales no son implementados por la ANA. La crisis de gobernanza y gobernabilidad en este acuífero se hace cada vez más marcada, el Estado no cuenta con las herramientas adecuadas para hacer cumplir las disposiciones públicas respecto de la veda.

En este sentido, se confirma que la implementación de veda para la incorporación de nuevos pozos en el acuífero de 1989 y ratificada en 1998, es un intento fallido para controlar la degradación del acuífero costero de La Yarada. Asimismo, el D.S. N° 007-2015-MINAGRI resulta contradictorio e inaplicable al no poder otorgarse licencia sobre un recurso inexistente (balance negativo) y ratifica la fragilidad del Estado para implementar mecanismos que permitan cumplir lo dispuesto en la R.M. N° 00555-89-AG/DGAS y su ratificación mediante R.M. N° 696-98-AG que declaran la veda en el acuífero.

## Agradecimientos

Se agradece al Instituto General de Investigación y Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, trabajo desarrollado en el marco del proyecto de investigación UNJBG “Integración de métodos hidrodinámicos, hidroquímicos e isotópicos para precisar el funcionamiento y manejo sostenible del acuífero La Yarada, Tacna, Perú”, financiado con fondos de canon, sobrecanon y regalías mineras.

## Referencias Citadas

- Abdulrazzak, M.; Oikonomou, P. y Grigg, N.  
2020 Transboundary Groundwater Cooperation among Countries of the Arabian Peninsula. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 146 (1), 05019023, [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0001140](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0001140).
- Aeschbach-Hertig, W. y Gleeson, T.  
2012 Regional strategies for the accelerating global problem of groundwater depletion. *Nature Geoscience*, 5 (12), 853-861, <https://doi.org/10.1038/ngeo1617>.
- Birkenholtz, T.  
2015 Recentralizar la gubernamentalidad del agua subterránea: hacer que el agua subterránea y sus usuarios sean visibles y gobernables. *ALAMBRES Agua*, 2: 21-30. doi: 10.1002/wat2.1058.
- Booker, J.F.; Trees, W.S.  
2020 Implications of Water Scarcity for Water Productivity and Farm Labor. *Water* 12, 308, <https://doi.org/10.3390/w12010308>.
- Decreto Supremo N° 007. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 13 de junio 2015.
- El-Naqa, A.; Al-Shayeb, A.  
2009 Estrategia de protección y gestión de aguas subterráneas en Jordania. *Water Resour Manage* 23, 2379-2394, <https://doi.org/10.1007/s11269-008-9386-x>
- Garner, E. L.  
2019 Factors identifying aquifers with a high probability of management success. *Water International*, 44 (3), 354-362, <https://doi.org/10.1080/02508060.2019.1570056>.
- Gleeson, T.; VanderSteen, J.; Sophocleous, M. y col.  
2010 Estrategias de sostenibilidad del agua subterránea. *Nature Geosci* 3, 378-379, <https://doi.org/10.1038/ngeo881>.
- Hiscock, K.M.; Rivett, M.O.; Davison, R.M.  
2002 Sustainable groundwater development. *Geol. Soc. Lond. Spec. Publ.* 193, 1-14, <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2002.193.01.01>.
- Jha, M.K.  
2013 Sustainable Management of Groundwater Resources in Developing Countries: Constraints and Challenges, in: Ramkumar, Mu. (Ed.), *On a Sustainable Future of the Earth's Natural Resources*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 325-348, [https://doi.org/10.1007/978-3-642-32917-3\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-642-32917-3_18)
- Li, P.; Qian, H.; Wu, J.  
2018. Conjunctive use of groundwater and surface water to reduce soil salinization in the Yinchuan Plain, North-West China. *Int. J. Water Resour. Dev.* 34, 337-353, <https://doi.org/10.1080/07900627.2018.1443059>.
- Manríquez, H.; Mansilla, P. y Moreira, A.  
2019 Hacia una conservación integrada del paisaje biogeocultural de Atacama. *Diálogo Andino* (60), 141-152, <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-26812019000300141>.
- Mendonça, M.  
2017 Monzón Sudamericano: La integración de la circulación amazónica y altioplánica y las variabilidades climáticas del altiplano andino chileno. *Diálogo Andino* (54), 21-30, <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-26812017000300021>.
- Morsy, K.M.; Morsy, A.M.; Hassan, A.E.  
2018 Groundwater sustainability: Opportunity out of threat. *Groundw. Sustain. Dev.* 7, 277-285, <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2018.06.010>.
- Muñoz, I.  
2015 Adaptación y debilidad del Estado: El caso de la escasez de agua subterránea en Ica. *Revista de Ciencia Política y Gobierno*, 2(4), 47-68. Recuperado a partir de, <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/cienciapolitica/article/view/14899>
- Pino, E.  
2021 Conflicts over the use of water in an arid region: case of Tacna, Peru. *Diálogo Andino*, 65(2021), 406-415, <http://dialogoandino.cl/wp-content/uploads/2021/07/30-PINO-RDA-65.pdf>
- Pino, V. E.; Ramos F. L.; Mejía, M. J.; Chávarri, V. E. y Ascencios, T. D.  
2020 Medidas de mitigación para el acuífero costero La Yarada, un sistema sobreexplotado en zonas áridas. *Idesia* (Arica), 38(3), 21-31, <https://doi.org/10.4067/s0718-34292020000300021>.
- Pino, V. E.; Montalván, D. I.; Vera, M. A. y Ramos, F. L.  
2019 La conductancia estomática y su relación con la temperatura foliar y humedad del suelo en el cultivo del olivo (*Olea europaea* L.), en período de maduración de frutos, en zonas áridas La Yarada, Tacna, Perú. *Idesia* (Arica), 37(4), 55-64, <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292019000400055>
- Pino, V. E.  
2019 El acuífero costero La Yarada, después de 100 años de explotación como sustento de una agricultura en zonas áridas: Una revisión histórica. *Idesia* (Arica), 37(3), 39-45, <https://doi.org/10.4067/S0718-34292019000300039>.
- Pino, E.; Ramos, L.; Ávalos, O.; Tacora, P.; Chávarri, E.; Angulo, O. y Mejía, J.  
2019 Factors affecting depletion and pollution by marine intrusion in the La Yarada's coastal aquifer, Tacna, Peru. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 10(5), 177-213, <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2019-05-07>.
- Pino, V. E.; Chávarri, V. E. y Ramos, F. L.  
2018 Crisis de gobernanza y gobernabilidad y sus implicancias en el uso inadecuado del agua subterránea, caso acuífero costero de La Yarada, Tacna, Perú. *Idesia* (Arica), 36(3), 75-85, <https://doi.org/10.4067/S0718-342920180005001301>.
- Pino, E.; Tacora, P.; Steenken, A.; Alfaro, L.; Valle, A.; Chávarri, E. y Mejía, J.  
2017 Efecto de las características ambientales y geológicas sobre la calidad del agua en la cuenca del río Caplina, Tacna, Perú. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 08(06), 77-99, <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-06-06>.
- Puri, S. y Alice, A.  
2009 Atlas of Transboundary Aquifers. Global Maps, Regional Cooperation and Local Inventories. UNESCO.
- Raeisi, A.; Bijani, M.; Chizari, M.  
2018 The mediating role of environmental emotions in transition from knowledge to sustainable use of groundwater resources in Iran's agriculture. *Int. Soil Water Conserv. Res.* 6, 143-152, <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2018.01.002>.

- Rahman, A.; Kamruzzama, M.; Jahan, C.S. y col.  
2016 Análisis de tendencias a largo plazo de la capa freática utilizando el modelo 'MAKESENS' y la sostenibilidad de los recursos de agua subterránea en el área de Barind propensa a la sequía, en el noroeste de Bangladesh. *J Geol Soc India* 87, 179-193, <https://doi.org/10.1007/s12594-016-0386-9>
- Resolución Ministerial N° 696  
1998 Ministerio de Agricultura. Diario Oficial el Peruano, Lima, Perú, 16 de diciembre.
- Rodríguez, A.; Albornoz, C. y Tapia, A.  
2017 Geomorfología del área de Putre, andes del norte de Chile: acción volcánica y climática en su modelado. *Diálogo Andino* (54), 7-20, <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-26812017000300007>.
- Sarricolea, P.; Meseguer, O. y Romero-Aravena, H.  
2017 Tendencias de la precipitación en el norte grande de Chile y su relación con las proyecciones de cambio climático. *Diálogo Andino* (54), 41-50, <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-26812017000300041>.
- Silva, J.; Ochoa, S.; Estrada, F.; Villalpando, F. y Cruz, G.  
2011 Determinación de índices de veda en acuíferos utilizando un SIG. *Tecnología y ciencias del agua*, 2(4), 37-49.
- SUNASS  
2017 Nuevo régimen especial de monitoreo y gestión de uso de aguas subterráneas a cargo de las EPS: metodología, criterios técnico-económicos y procedimiento para determinar la tarifa. 1a ed. Lima. SUNASS.
- UNESCO  
2017 Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP). *Desarrollo de capacidades*. URL, <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/capacity-development/> (accessed 4.1.20).
- Villar, C.  
2015 A busca pela soberanía compartilhada dos aquíferos transfronteiriços”, en José Esteban Castro, ed., *Transboundary Water: Cooperation and Conflict at Different Levels of Government*. Waterlat-Gobacit Network Working Papers, vol. 2, pp. 55-65.
- Wada, Y.; Lena, H.  
2013 Assessment of Transboundary Aquifers of the World-vulnerability Arising from Human Water Use. *Environmental Research Letters*, vol. 8, pp. 1-13.
- Yao, Y.; Zheng, C.; Andrews, C.; He, X.; Zhang, A. y Liu, J.  
2019 Integration of groundwater into China's south-north water transfer strategy. *Science of The Total Environment*, 658, 550-557, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.185>.