

NOTA TÉCNICA

Evaluación integral de la gestión del agua subterránea en escuelas rurales en Tandil, Argentina

Comprehensive assessment of groundwater management in rural schools in Tandil, Argentina

Bethania Nicora¹; Rosario Soledad Barranquero²; Silvina Graciela Etcheverría³; Bruno Dipardo⁴; Anahí Tabera⁵; Miguel Quiroga⁶; Roberto Landa⁷; María Carolina Verellén⁸; Víctor Alejandro Ruiz de Galarreta⁹

[Recibido: 3 de abril 2020, Aceptado: 27 de agosto 2020, Corregido: 6 de octubre 2020, Publicado: 1 de enero 2021]

Resumen

[Introducción]: En América Latina prevalece un manejo descoordinado y fragmentado de los recursos hídricos por la utilización de enfoques sectoriales y por la falta de información y sistematización. La Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), enfoque que apunta a la consideración combinada de las dimensiones sociales, económicas y ecológicas con base en la gestión intersectorial y planificación integrada, es reconocida como apropiada para responder a los desafíos de la gestión sustentable. **[Objetivo]:** Se planteó como objetivo analizar, de forma integral, las variables físico-naturales y sociales que definen la problemática del agua de consumo en las escuelas rurales del partido de Tandil. **[Metodología]:** Se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos para determinar la potabilidad del recurso, se desarrolló y aplicó un índice del nivel de manejo del agua en las escuelas, así como una entrevista a un informante clave del Consejo Escolar de Tandil, para evaluar el manejo institucional del recurso y, por último, las variables relevadas se analizaron integralmente. **[Resultados]:** Los resultados indicaron que microbiológicamente el agua no es apta para el consumo en el 73 % de las escuelas y que el manejo institucional dista de una conceptualización de gestión integral. **[Conclusiones]:** A partir de la integración de los resultados

- 1 Tesista, Facultad de Ciencias Humanas (FCH), Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Argentina; nicorabethania@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-8430-740X>
- 2 Investigadora, Centro de Investigaciones y Estudios Ambientales (CINEA), Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN); Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina; rbarran@fch.unicen.edu.ar; <https://orcid.org/36695749300>
- 3 Docente, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Argentina; setcheverria@fch.unicen.edu.ar; <https://orcid.org/0000-0003-4720-2155>
- 4 Becario doctoral, Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, Argentina; brunodipardo@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-8466-7109>
- 5 Investigadora, Laboratorio de Microbiología de los Alimentos, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Argentina; atabera@vet.unicen.edu.ar; <https://orcid.org/0000-0003-4458-0943>
- 6 Investigador, Laboratorio de Análisis Bioquímicos y Minerales (LAByM), Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Argentina; mquiroga@vet.unicen.edu.ar
- 7 Investigador, Laboratorio de Análisis Bioquímicos y Minerales (LAByM), Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Argentina; rlanda@vet.unicen.edu.ar; <https://orcid.org/0000-0003-3122-3496>
- 8 Docente, Facultad de Ciencias Humanas (FCH), Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Argentina; cverellen@fch.unicen.edu.ar; <https://orcid.org/0000-0001-6633-9064>
- 9 Investigador, Centro de Investigaciones y Estudios Ambientales (CINEA), Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Argentina; agala@fch.unicen.edu.ar; <https://orcid.org/0000-0002-0281-4791>



se concluye que dicho manejo influye directamente sobre la calidad del agua, evidenciado en los problemas microbiológicos detectados. Se identifican las principales falencias del manejo actual y se destaca la necesidad de asumir medidas institucionales que tiendan a una gestión integral del recurso.

Palabras clave: Calidad del agua; gestión ambiental; gestión de los recursos hídricos; medio rural

Abstract

[Introduction]: Uncoordinated and fragmented management of water resources prevails in Latin America due to the use of sectoral approaches and the lack of information and systematization. Integrated Water Resources Management (IWRM), an approach that aims at the combined consideration of social, economic, and ecological dimensions based on intersectoral management and integrated planning, is widely recognized as appropriate to respond to the challenges of sustainable management. **[Objective]:** The objective was to analyze comprehensively the physical-natural and social variables that define the problem of drinking water in rural schools in Tandil county. **[Methodology]:** Physicochemical and microbiological analyzes were conducted to determine the potability of the resource. An index of the level of water management in schools was developed and applied, and an interview was conducted with a key Tandil School Council informant to evaluate institutional management of the resource. Finally, the variables researched were analyzed on a comprehensive basis. **[Results]:** Results indicated that microbiologically the water is not suitable for consumption in 73 % of the schools and that institutional management lacks conceptualization of integral management. **[Conclusions]:** Based on the results, it is concluded that such management directly influences the quality of water, as it is evidenced in the microbiological problems detected. The main shortcomings of the current management are identified and the need to assume institutional measures that tend to a comprehensive management of the resource is highlighted.

Keywords: Environmental management; rural environment; water quality; water resources management

1. Introducción

La gestión y aprovechamiento de los recursos hídricos en América Latina y el Caribe juegan un papel de gran importancia en el desarrollo social y económico de la región, donde aún con las mejoras observadas en los servicios de agua potable y saneamiento, el acceso a los mismos no es un tema resuelto. La población de los sectores pobres de las grandes ciudades y de áreas rurales presentan coberturas significativamente inferiores a las del resto, mientras que, con relación a los parámetros de calidad, no se garantiza un suministro “seguro y adecuado” a la totalidad de habitantes con acceso a tales servicios (Peña, 2016).

En la región, la falta de capacidades por parte de las instituciones que están a cargo de la gestión de los servicios de agua y saneamiento, así como la falta de coordinación entre dichas instituciones, se debe a que, a menudo, no cuentan con una gestión física y financiera independiente y eficiente (Mahlknecht y Pastén, 2013). Como señala Mirassou (2009), existe un manejo descoordinado y fragmentado de los recursos hídricos por el uso de enfoques sectoriales y la falta de sistematización y de información de variables relevantes en el nivel de sistemas hídricos.

Como un medio para superar enfoques reduccionistas y sectoriales, se introdujo en la década de 1990 el concepto y la aplicación de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), que plantea administrar y desarrollar estos en forma sostenible y equilibrada, teniendo en cuenta los



intereses sociales, económicos y ambientales (GWP, 2009). En la GIRH, los problemas relacionados con la calidad y gestión del agua se reconocen, principalmente, como responsabilidades de los órganos de gobierno local, dado que son el nivel más vulnerable a dichos problemas, así como el más próximo para abordarlos (Withanachchi *et al.*, 2018).

En el partido de Tandil (Buenos Aires, Argentina) aunque el recurso hídrico subterráneo abastece los usos doméstico, industrial, comercial y agropecuario no existe una política integral referente a su gestión ambiental. La problemática hídrica del partido se caracteriza por la ausencia de servicios sanitarios de agua potable y tratamiento de efluentes domiciliarios en diversos barrios periféricos de la ciudad cabecera y en localidades rurales, donde se presentan condiciones particulares de explotación y uso del recurso, como la falta de protección sanitaria de los pozos de captación y la disposición *in situ* de los efluentes domiciliarios (Rodríguez, 2014; Barranquero, 2015).

En la evaluación de los recursos hídricos, entendidos como sistemas complejos y dinámicos donde las actividades humanas son inherentes a los mismos, se reconoce la importancia de integrar los aspectos naturales y sociales para mejorar su comprensión; sobre todo al advertir el dominio en la investigación por parte de hidrólogos, con una contribución limitada y posiblemente insuficiente de científicos sociales (Krueger *et al.*, 2016; Xu *et al.*, 2018). Dicho predominio de objetivos hidrológicos por sobre los sociales reincide también en numerosos antecedentes en la escala local. Entre otros ejemplos recientes, Saraceno *et al.* (2014) analizan la calidad del agua subterránea en el partido de Tandil respecto a las prácticas agropecuarias; Mena y Romanazzi (2017) realizan una caracterización hidrológica de las cuencas de los arroyos Azul, Chapaleofú y Los Huesos, con el objetivo de generar y validar una herramienta que permita estimar la relación precipitación-escorrentía; Banda Noriega *et al.* (2018) determinan agroquímicos en arroyos y agua subterránea del partido de Tandil y analizan los resultados incluyendo las características hidrogeológicas y las prácticas agropecuarias predominantes de la región. Si bien, algunas investigaciones incorporan variables sociales, utilizan una metodología descriptiva sin avanzar en su análisis ni en la integración con las variables hidrológicas.

Por lo expuesto, el objetivo del presente estudio consiste en analizar integralmente las variables físicas-naturales y sociales que determinan la problemática del recurso hídrico en las escuelas rurales del partido de Tandil. La misma se caracteriza por una serie de dificultades que presentan, para la provisión de agua potable, tanto las propias escuelas como el Consejo Escolar de Tandil (CET), institución responsable de garantizar la habitabilidad de las mismas. Se trata de 26 instituciones rurales que dependen del recurso hídrico subterráneo como fuente de agua para el consumo, de las cuales 19 lo obtienen a través del pozo de captación que poseen, mientras que 7 cuentan con sistema de agua de red suministrado por Obras Sanitarias de Tandil (OST), ente que provee el servicio a esta ciudad y a algunos parajes rurales. Las dificultades que presentan las instituciones se evidencian, entre otros asuntos, en el monitoreo ineficiente respecto a la potabilidad del recurso. Mientras que la calidad microbiológica debe ser monitoreada a partir de análisis de laboratorio con una periodicidad semestral, según el protocolo convenido para todas las



dependencias de la Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires, en las escuelas rurales del partido se analiza anualmente. Sumado a esto, en caso de presentarse inconvenientes para la toma de muestras o transporte al laboratorio, el análisis se posterga al año siguiente. Las variables que se analizaron en la investigación corresponden a los parámetros de calidad que presenta el recurso y al manejo desempeñado en el nivel institucional.

En este sentido, el aporte del estudio radica en el abordaje integral de la problemática, se destaca la instancia analítica en el abordaje de la dimensión social mediante la construcción y aplicación de un índice del nivel de manejo del agua que parte de la información proporcionada por encuestas realizadas a docentes y directores. Al retomar las limitaciones que presentan las instituciones a cargo del agua y el saneamiento en Latinoamérica se destaca, por un lado, la utilidad del índice, dado el bajo costo de la recopilación de datos mediante encuestas a los propios actores involucrados y, por otro lado, la importancia de la búsqueda de soluciones a partir de la participación de estos, con resoluciones de tipo institucional o social, en términos amplios, más que tecnológicas.

2. Metodología

2.1 Área de estudio

El partido de Tandil se localiza en el centro-sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina, y en él funcionan 26 escuelas rurales, distribuidas en el área periurbana y rural (**Figura 1**). En la región el recurso subterráneo constituye la fuente de agua tanto para consumo humano como para el desarrollo de las distintas actividades socioeconómicas y, si bien posee una buena disponibilidad y características naturales apropiadas para los diversos usos, se halla en acuíferos freáticos especialmente vulnerables en sus áreas de recarga (serranías), dado el escaso desarrollo del suelo y la presencia de basamento rocoso fisurado que aflora o a muy poca profundidad en relación con la superficie, y en los sectores de descarga (llanura) con escasa profundidad del nivel freático (Barranquero *et al.*, 2019). De las 26 escuelas rurales, 19 obtienen el recurso hídrico subterráneo a través del bombeo, en pozos de captación propios, y 7 cuentan con sistema de agua de red suministrado por Obras Sanitarias de Tandil (OST), este ente provee el servicio a la ciudad de Tandil y a algunos parajes rurales.



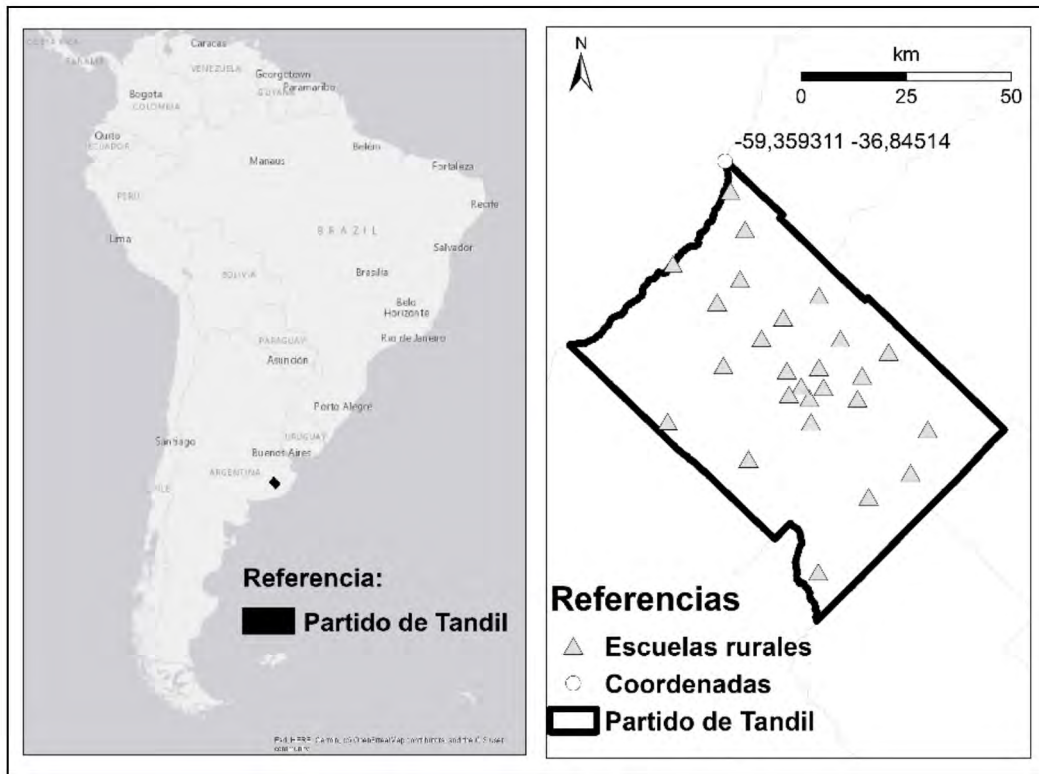


Figura 1. Ubicación geográfica de las escuelas rurales del partido de Tandil.
Figure 1. Geographical location of the Tandil county's rural schools.

2.2 Análisis integral de variables físico-naturales y sociales

La calidad del recurso hídrico para el consumo humano, dimensión física-natural de la problemática, se analizó a partir del trabajo de campo con la visita a cada una de las escuelas rurales y la toma de dos muestras de agua con el fin de realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos. Las muestras para análisis fisicoquímicos se dispusieron en recipientes de ½ litro que fueron enjuagados con el agua a coleccionar y se llenaron sin dejar cámara de aire. Se analizaron en el Laboratorio de Análisis Bioquímicos y Minerales de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UNICEN, determinando los iones cloruro, nitrato y sulfato, y los cationes sodio, potasio, calcio y magnesio, siguiendo métodos normalizados (APHA, 2005). Las muestras para análisis microbiológicos se coleccionaron en recipientes estériles de 250 ml, previa esterilización de la canilla, y se analizaron en el Laboratorio de Microbiología de los Alimentos también de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UNICEN. Se determinaron, mediante técnicas estandarizadas (APHA, 2005), los microorganismos indicadores, estipulados por el Código Alimentario Argentino (CAA, 2012) en agua para consumo humano, así como el cloro activo residual.





Inmediatamente después de la extracción de las muestras, considerando la susceptibilidad que presentan respecto a los cambios de las condiciones ambientales, se midió la conductividad eléctrica, la temperatura y el pH, mediante un conductivímetro portátil Hanna HI 9811-5. También en campo se revelaron los carbonatos y bicarbonatos con el método titulométrico (APHA, 2005), y se determinaron las coordenadas de ubicación, la distancia de los pozos de captación de agua a los pozos de disposición de excretas y, cuando fue posible, la profundidad del nivel freático.

Por otro lado, la dimensión social de la problemática correspondiente al manejo institucional se analizó por medio de encuestas dirigidas a directores y docentes de las escuelas que contempla las siguientes temáticas: conocimiento sobre el sistema de captación, distribución del agua y disposición de efluentes, percepción sobre la problemática, trabajo del tema en el aula y gestiones llevadas a cabo. Se obtuvo en total 59 encuestas y a partir de la información proporcionada por las mismas, al seguir el modelo desarrollado por Camio *et al.* (2016), se construyó un índice, como herramienta de medición del manejo llevado a cabo en las escuelas. El modelo brinda la posibilidad, al investigador, de construir el índice a partir de las variables base, las cuales se corresponden con las preguntas del cuestionario. Estas variables ordinales, combinándolas, darán respuesta a las de niveles superiores, para conformar la variable del nivel inmediato superior y así, sucesivamente, hasta llegar al nivel más alto de abstracción correspondiente al índice final. De esta manera, en función de la información proporcionada por las encuestas y con base en el marco teórico que sustenta a la investigación, se construyeron las variables base, las cuales fueron agrupadas en subvariables y, finalmente, estas en dos macrovariables: el empoderamiento de las escuelas respecto a la tarea de garantizar la provisión de agua potable (E) y la susceptibilidad del sistema a la contaminación (S). Tanto las variables base como las subvariables y macrovariables, se ponderaron en función de su contribución al nivel superior correspondiente. También fueron ponderadas las encuestas conforme el cargo desempeñado por el encuestado (director y docente, director o docente) y teniendo en cuenta el número de encuestas en cada escuela. En el **Cuadro 1** se presenta la estructura del índice.

Cuadro 1. Estructura del índice del nivel de manejo del agua.

Table 1. Structure of the Water Management Level Index.

Macrovariables	Subvariables	Variables base	Ponderación
Susceptibilidad del sistema a la contaminación (V1)	<i>Sistema de agua y saneamiento (V11)</i>	Fuente de agua para el consumo (V111)	0.6
		Sistema de eliminación de excretas (V112)	0.2
		Percepción de los problemas de aprovisionamiento de agua (V113)	0.1



Macrovariables	Subvariables	Variables base	Ponderación
		Responsabilidades ante los problemas de aprovisionamiento (V114)	0.1
Empoderamiento de las comunidades educativas rurales (V2)			0.6
	<i>Conocimiento e interés por parte de directivos, docentes y alumnos (V21)</i>		0.5
		Permanencia y pertenencia al medio rural (V211)	0.1
		Conocimiento del sistema de agua y saneamiento (V212)	0.4
		Reconocimiento de condiciones perjudiciales para el recurso (V213)	0.4
		Abordaje e interés por el tema en el aula (V214)	0.1
	<i>Potencial de las gestiones desempeñadas (V22)</i>		0.3
		Institucionalidad de las gestiones (V221)	0.3
		Influencia en la toma de decisiones (V222)	0.2
		Capacidad de resolución de problemas/dificultades (V223)	0.2
		Articulación con el CET (V224)	0.3
	<i>Compromiso de la comunidad rural (familias, caseros, etc.) (V23)</i>		0.2

Finalmente, se procesaron las respuestas de las 59 encuestas otorgando, en cada caso, un valor entre 1 y 3 a cada variable base; a partir de allí se calcularon las subvariables, macrovariables y el índice. Para clasificar los resultados del índice en tres categorías cualitativas se establecieron los siguientes rangos para la macrovariable susceptibilidad: Alta (< 1.2), Media ($\geq 1.2 \leq 2.2$) y Baja (> 2.2) y para la macrovariable empoderamiento: Bajo (< 1.2), Medio ($\geq 1.2 \leq 2.2$) y Alto (> 2.2).

Cabe aclarar que las variables base V111 y V112 reflejaron la situación estructural del sistema de agua y saneamiento de cada escuela, a diferencia del resto de las variables que reflejaron la postura de la persona encuestada, es decir, ambas variables fueron objetivas y se valoraron según las posibles realidades, en función de su contribución a la susceptibilidad del medio a la contaminación. En el caso de la variable V111 el valor 1 se otorgó a las fuentes de agua de mayor susceptibilidad de contaminación, por ejemplo, fuentes de agua superficial, respecto a la fuente de agua subterránea (valor 2) y al agua de red (valor 3) considerada como la fuente de agua de menor susceptibilidad. Y en el caso de la variable V112 el valor 1 se otorgó al sistema de eliminación de excretas de mayor contribución a la susceptibilidad del sistema: el vertido en superficie; el valor 2 al sistema de pozo ciego o séptico y el valor 3 al cloacal.

La elaboración y aplicación del índice se complementó con la entrevista a un informante clave del CET, que permitió relevar información vinculada a la organización y funciones



del organismo, procedimientos de control de calidad del recurso, frecuencia de tareas de mantenimiento, comunicación con las comunidades educativas rurales y sistematización de la información.

3. Resultados

3.1 Calidad fisicoquímica y microbiológica

En el **Cuadro 2** se presenta el análisis estadístico de los resultados fisicoquímicos con los respectivos límites establecidos por el CAA para agua de consumo, donde S/L indica que no hay límite establecido por la norma. Las muestras, en su mayoría, son de tipo bicarbonatadas cálcicas y bicarbonatadas sódicas. Los valores de pH, conductividad, cloruros y nitratos son coherentes con los hallados en trabajos antecedentes en el nivel de partido y estudios de detalle, en algunas cuencas de este (Barranquero *et al.*, 2013; Saraceno *et al.*, 2014), presentándose en 4 casos un valor de nitratos superior al permisible en el CAA. Estos casos corresponden a las escuelas N.º 8, 25, 46 (cuenca del Langueyú) y 19 (cuenca del Chapaleofú). En Barranquero *et al.* (2016) y Rodríguez (2014) se detectan concentraciones de nitratos superiores al límite establecido por el CAA en las cuencas del Langueyú y Chapaleofú, respectivamente, identificaron como principal foco contaminante la eliminación de excretas *in situ* sin tratamiento previo (pozos ciegos o absorbentes), tal como se interpreta preliminarmente para los casos mencionados. En relación con la dureza solo una de las muestras presentó un valor superior, aunque mínimamente, al límite máximo establecido en la normativa.

Cuadro 2. Análisis estadístico de los resultados fisicoquímicos.

Table 2. Statistical analysis of physicochemical results.

Parámetros físico-químicos	SDT (mg/l)		pH	Bicarbonatos (mg HCO ₃ /l)		Dureza (mg CaCO ₃ /l)	Ca ⁺⁺ (mg/l)	Mg ⁺⁺ (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	NO ₃ (mg/l)
	S/L	S/L		S/L	S/L								
Límite CAA	S/L	S/L	S/L	400	S/L	S/L	S/L	S/L	S/L	350	400	45	
Máximo	1187	8.6	647	411	113	44.8	301	29.1	80	133	70		
Mínimo	358	7.2	232	74	13.9	8.7	5.1	2.5	19.5	3.1	0.7		
Promedio	611	7.9	426	204	44.4	22.5	53.0	11.9	36.1	17.5	22.7		
DE	160	0.4	100	93	24.8	9.1	61.5	6.7	14.9	25.1	19.2		
CV (%)	26	5	24	46	56	41	116	56	41	144	85		



En cuanto a la calidad microbiológica, en el **Cuadro 3** se presentan los resultados de los parámetros analizados con sus respectivos límites determinados en el CAA. Los mismos indicaron que 19 muestras no son aptas para consumo humano por no cumplir con el CAA en cuanto a: Coliformes totales, *Pseudomonas aeruginosa*, Mesófilos, *Escherichia coli* o cloro activo residual. Cabe destacar que solo 1 caso presentó una concentración de cloro activo residual que garantizaría la desinfección del recurso; en 24 casos no se alcanzó la concentración mínima necesaria para cumplir la asepsia y en 1 caso se superó el límite máximo permitido, lo que representa un riesgo para la salud.

Cuadro 3. Resultados microbiológicos del agua de consumo.
Table 3. Microbiological results of drinking water.

Escuela rural	Parámetros microbiológicos				Cloro activo residual	Aptitud para el consumo humano
	Mesófilos	Coliformes totales	Escherichia coli	Pseudomonas aeruginosa		
	CAA: 500 UFC/ml	CAA: 3 UFC/100 ml	CAA: Ausencia en 100 ml	CAA: Ausencia en 100 ml	CAA: Mín. 0.2ppm Máx. 1ppm	
3	10	0	Ausencia	Ausencia	0.01	Apta
38	32	460	Ausencia	Ausencia	0.01	No apta
64	27	7	Ausencia	Ausencia	0.01	No apta
30	400	460	Ausencia	Ausencia	0.01	No apta
48	1	1	Ausencia	Presencia	0.01	No apta
6	66	23	Ausencia	Ausencia	0.01	No apta
29	4000	1100	Ausencia	Presencia	0.01	No apta
44	10	1	Ausencia	Ausencia	0.01	Apta
28	1	1	Ausencia	Ausencia	0.02	Apta
12	1	93	Ausencia	Ausencia	0.01	No apta
31	1	1	Ausencia	Ausencia	0.01	Apta
33	1	1	Ausencia	Ausencia	0.4	Apta
1	30	9	Presencia	Ausencia	0.01	No apta
51	28	9	Ausencia	Ausencia	0.01	No apta
65	1000	15	Ausencia	Ausencia	0.01	No apta
15	1	1	Ausencia	Ausencia	0.03	Apta
60	1000	4	Ausencia	Presencia	0.01	No apta
8	1000	1	Ausencia	Ausencia	0.01	No apta



Escuela rural	Parámetros microbiológicos				Cloro activo residual	Aptitud para el consumo humano
	Mesófilos	Coliformes totales	Escherichia coli	Pseudomonas aeruginosa		
	CAA: 500 UFC/ml	CAA: 3 UFC/100 ml	CAA: Ausencia en 100 ml	CAA: Ausencia en 100 ml	CAA: Mín. 0.2ppm Máx. 1ppm	
13	1000	1	Ausencia	Ausencia	0.07	No apta
19	1	1	Ausencia	Ausencia	1	No apta
9	50	9	Ausencia	Ausencia	0.01	No apta
17	140	93	Ausencia	Presencia	0.01	No apta
23	20	21	Ausencia	Ausencia	0.01	No apta
18	120	1100	Ausencia	Ausencia	0.01	No apta
25	1	93	Ausencia	Presencia	0.01	No apta
46	1	1	Ausencia	Ausencia	0.15	Apta

3.2 Manejo del recurso hídrico

3.2.1 Índice del nivel de manejo del agua

Para el análisis de la dimensión social de la problemática, la aplicación del índice del nivel de manejo del agua permitió un tratamiento metodológico analítico. El mismo constituye un aporte que puede ser tomado como ejemplo para construir índices propios, adaptados al contexto y objetivo de estudio. Los resultados de la valoración de las variables base, a partir de las cuales se calcularon las subvariables, las macrovariables y el índice, se presentan en los **Cuadros 4, 5 y 6**. En el **Cuadro 4** se muestra la valoración de las variables base a partir de las cuales se calculó la macrovariable susceptibilidad. En el **Cuadro 5** se resume el cálculo de la macrovariable empoderamiento presentando solo los valores que tomaron las subvariables. En el **Cuadro 6** se observa el resultado del índice del nivel de manejo del agua para cada escuela, calculado a partir de los resultados de las macrovariables. Finalmente, en la **Figura 2** se resumen, de forma gráfica, los resultados obtenidos.



Cuadro 4. Resultados de las variables base de la macrovariable susceptibilidad.

Table 4. Results of the base variables refer to macrovariable susceptibility.

Escuela rural*	Ponderación	V111	V112	V113	V114	S	Categoría
3	1	2	2	1	0	1.70	Media
6	0.6	2	2	2	1		
6	0.1	2	2	2	2		
6	0.1	2	2	1	2	1.91	Media
6	0.1	2	2	1	2		
6	0.1	2	2	2	1		
8	0.6	3	3	1	0		
8	0.13	3	3	1	0	2.50	Baja
8	0.13	3	3	1	0		
8	0.13	3	3	1	0		
9	1	2	2	3	2	2.10	Media
12	0.7	2	2	2	2		
12	0.075	2	2	1	1		
12	0.075	2	2	3	2	1.99	Media
12	0.075	2	2	2	0		
12	0.075	2	2	3	2		
13	0.7	3	2	3	1		
13	0.06	3	2	1	0		
13	0.06	3	2	1	0	2.51	Baja
13	0.06	3	2	1	0		
13	0.06	3	2	1	0		
13	0.06	3	2	1	0		
15	0.7	3	2	1	0	2.30	Baja
15	0.3	3	2	1	0		
17	1	2	2	2	2	2.00	Media
18	1	2	2	1	2	1.90	Media
19	0.7	3	2	1	0		
19	0.15	3	2	1	0	2.30	Baja
19	0.15	3	2	1	0		
23	1	2	2	2	2	2.00	Media



Escuela rural*	Ponderación	V111	V112	V113	V114	S	Categoría
25	0.6	2	2	1	2		
25	0.1	2	2	1	2		
25	0.1	2	2	1	2	1.90	Media
25	0.1	2	2	1	2		
25	0.1	2	2	1	2		
28	0.7	3	2	1	0		
28	3/70	3	2	3	2		
28	3/70	3	2	1	0		
28	3/70	3	2	3	2	2.33	Baja
28	3/70	3	2	1	0		
28	3/70	3	2	1	0		
28	3/70	3	2	1	0		
28	3/70	3	2	1	0		
29	1	2	2	1	0	1.70	Media
30	1	2	2	1	2	1.90	Media
31	1	2	2	1	3	2.00	Media
33	0.6	2	2	2	2		
33	0.4	2	2	3	2	2.04	Media
38	1	2	2	1	2	1.90	Media
44	0.6	3	2	1	0		
44	0.4	3	2	1	0	2.30	Baja
46	0.7	3	2	1	0		
46	0.3	3	2	1	0	2.30	Baja
48	1	2	2	3	3	2.20	Media
51	1	2	2	3	3	2.20	Media
60	1	2	2	2	2	2.00	Media
64	1	2	2	1	0	1.70	Media
65	1	2	2	2	2	2.00	Media
1	1	2	1	2	2	1.80	Media

*

Director y docente	Director	Docente
--------------------	----------	---------

En la macrovariable *susceptibilidad*, 7 escuelas presentaron valor bajo y 19 valor medio, mientras que en ningún caso se presentó valor alto. A los valores bajos de la macrovariable se les atribuye una mayor influencia por parte de la subvariable referida a la fuente de agua para el consumo, que coincide con aquellas escuelas donde el recurso es dotado por la red de OST, cuya



desinfección y mantenimiento es regulada por el ente municipal, lo que reduce su vulnerabilidad en relación con las escuelas que poseen pozo de captación de agua.

Respecto a los valores medios, estos respondieron, en particular, a la influencia de dos subvariables. Por un lado, a la vinculada al sistema de eliminación de excretas, dado que en las escuelas rurales los efluentes líquidos residuales se disponen en pozos absorbentes o directamente sobre la superficie, dando lugar a la posibilidad de contaminación del recurso hídrico subterráneo y un riesgo inminente para la salud de la comunidad educativa. Por otro lado, a la subvariable referida a la percepción de las personas encuestadas sobre las responsabilidades ante eventuales problemas del aprovisionamiento de agua, en general, atribuidas al CET; de modo que las posibilidades de acción por parte de las comunidades escolares se perciben limitadas contribuyendo, de esta forma, a la susceptibilidad del medio.

Cuadro 5. Resultados de las subvariables del macrovariable empoderamiento.

Table 5. Results of the subvariables refer to macrovariable empowerment.

Escuela rural*	Ponderación	V21	V22	V23	E	Categoría
3	1	2.8	2.1	3	2.63	Alto
6	0.6	2.6	2.8	1		
6	0.1	2.3	0	1		
6	0.1	2.5	0	3	2.01	Medio
6	0.1	2.4	0	1		
6	0.1	2.5	0	1		
8	0.6	2.2	3	1		
8	0.13	1.9	0	1	1.81	Medio
8	0.13	1.9	0	1		
8	0.13	2.3	0	1		
9	1	2.4	2.7	2	2.41	Alto
12	0.7	2.3	2.6	2		
12	0.075	2.3	0	2		
12	0.075	2.6	0	1	2.05	Medio
12	0.075	1	0	1		
12	0.075	2.5	0	3		
13	0.7	2.7	3	2		
13	0.06	1.7	0	1		
13	0.06	2.3	0	1	2.25	Alto
13	0.06	2.4	0	1		
13	0.06	2.3	0	1		
13	0.06	2.4	0	1		





Escuela rural*	Ponderación	V21	V22	V23	E	Categoría
15	0.7	1.8	2.7	1	1.65	Medio
15	0.3	1.7	0	1		
17	1	2.3	2.7	3	2.26	Alto
18	1	2.8	2.5	3	2.75	Alto
19	0.7	2.3	2.7	1	1.94	Medio
19	0.15	2.6	0	1		
19	0.15	2.3	0	1		
23	1	1.5	2.3	1	1.64	Medio
25	0.6	1.8	2.7	1	1.67	Medio
25	0.1	1.7	0	3		
25	0.1	2.1	0	1		
25	0.1	2.1	0	1		
25	0.1	2.2	0	1		
28	0.7	2.4	2.7	1	1.95	Medio
28	3/70	2.5	0	1		
28	3/70	2.5	0	1		
28	3/70	2.5	0	3		
28	3/70	2.4	0	1		
28	3/70	2	0	1		
28	3/70	2.4	0	1		
28	3/70	1.1	0	1		
29	1	2.2	2.6	3	2.48	Alto
30	1	2.9	2.3	2	2.54	Alto
31	1	2.4	2.6	1	2.18	Medio
33	0.6	2.2	2.3	3	2.25	Alto
33	0.4	2.9	0	3		
38	1	1.3	1.6	1	1.33	Medio
44	0.6	2.6	2	1	1.90	Medio
44	0.4	2.8	0	1		
46	0.7	1.3	1.7	1	1.03	Bajo
46	0.3	0.1	0	1		
48	1	2.7	3	1	2.45	Alto
51	1	1.2	2.5	1	1.55	Medio
60	1	2.6	2.8	1	2.34	Alto
64	1	1.5	2.6	1	1.73	Medio



Escuela rural*	Ponderación	V21	V22	V23	E	Categoría
65	1	2.8	2.5	1	2.35	Alto
1	1	2.2	1.7	1	1.81	Medio
*	Director y docente	Director	Docente			

En la macrovariable *Empoderamiento* una escuela presentó valor bajo, mientras que 14 presentaron valor medio y 11 valor alto.

El valor bajo y los valores medios tuvieron una importante influencia de la subvariable vinculada al conocimiento sobre el sistema, en la que algunos encuestados manifestaron conocer la fuente de agua subterránea, pero desconocer los factores que pueden afectar su calidad, así como de la subvariable de compromiso de la comunidad ampliada (caseros, auxiliares, familias y vecinos) que presentó, generalmente, valores bajos.

Los valores altos de la macrovariable se vinculan con mayor énfasis, por un lado, a la subvariable de conocimiento sobre el sistema, a partir de aquellas personas encuestadas que manifestaron poseer un conocimiento apropiado al respecto, y por otro, a la subvariable referida al potencial de las gestiones desempeñadas en el nivel institucional, la cual presentó valores altos en gran parte de los casos.

Cuadro 6. Resultados del índice del nivel de manejo del agua a partir de las macrovariables.

Table 6. Results of the water management level index based on the macrovariables.

Escuela rural	S	E	Índice	Categoría
3	1.70	2.63	2.26	Alto
6	1.91	2.01	1.97	Medio
8	2.50	1.81	2.08	Medio
9	2.10	2.41	2.29	Alto
12	1.99	2.05	2.02	Medio
13	2.51	2.25	2.35	Alto
15	2.30	1.65	1.91	Medio
17	2.00	2.26	2.34	Alto
18	1.90	2.75	2.41	Alto
19	2.30	1.94	2.08	Medio
23	2.00	1.64	1.78	Medio
25	1.90	1.67	1.76	Medio
28	2.33	1.95	2.11	Medio
29	1.70	2.48	2.17	Medio
30	1.90	2.54	2.28	Alto
31	2.00	2.18	2.11	Medio



Escuela rural	S	E	Índice	Categoría
33	2.04	2.25	2.17	Medio
38	1.90	1.33	1.56	Medio
44	2.30	1.90	2.06	Medio
46	2.30	1.03	1.54	Medio
48	2.20	2.45	2.35	Alto
51	2.20	1.55	1.81	Medio
60	2.00	2.34	2.20	Medio
64	1.70	1.73	1.72	Medio
65	2.00	2.35	2.21	Alto
1	1.80	1.81	1.81	Medio

Los resultados del índice final proceden de la combinación de los resultados de las macrovariables, ya presentados, y demuestran que 18 escuelas presentan un nivel de manejo medio y 8 un nivel alto. Los valores medios se correspondieron, en gran medida, con la combinación de valores medios y bajos de la macrovariable susceptibilidad con valores medios de la macrovariable empoderamiento. Los valores altos presentaron una importante influencia de los valores medios de la macrovariable susceptibilidad en combinación con valores altos de la macrovariable empoderamiento.

Por lo expuesto, dado que la macrovariable empoderamiento presentó una mayor influencia en el índice final, se puede confirmar que las variables de mayor peso en relación con la gestión del recurso hídrico son, principalmente, las vinculadas a su manejo, mientras que las asociadas a las condiciones naturales del recurso revisten una importancia secundaria en este estudio de caso.



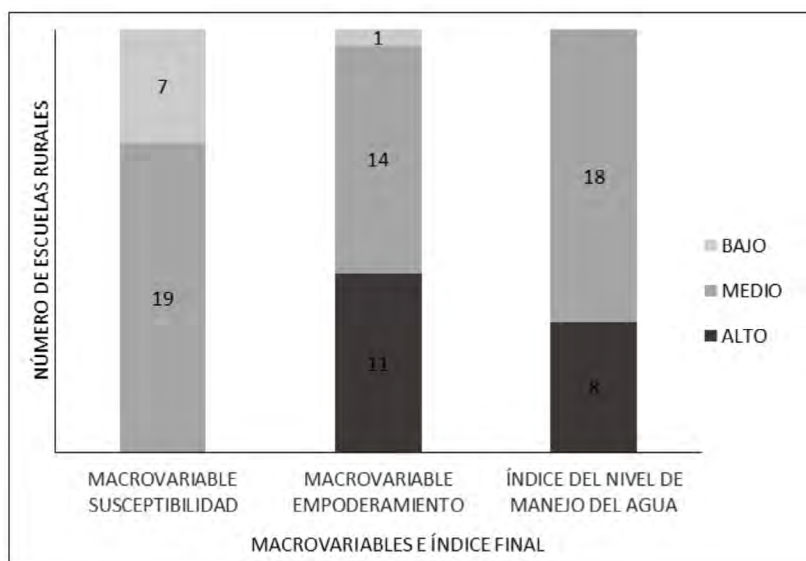


Figura 2. Resumen de los resultados del índice.
Figure 2. Summary of index results.

3.2.2 Entrevista a informante clave

Para complementar la información provista por las encuestas, a partir de la entrevista realizada a una persona informante clave del CET, se relevó información vinculada al manejo del recurso por parte del organismo.

Respecto a la organización se supo que la gestión del agua se aborda desde las diferentes áreas de la institución, pero no de forma integral, sino sectorialmente y de modo particionado, ya que no se practica ni incentiva la interacción entre dichas áreas. Sobre los procedimientos de control de calidad del agua en las escuelas, estos se realizan de forma anual, antes del comienzo de clases, y consisten en la toma de una muestra de agua para análisis microbiológico mientras que, en caso de presentarse inconvenientes para la toma de muestra o transporte al laboratorio, se posterga al año siguiente. A partir de este resultado, si no se cumple con los parámetros establecidos por el CAA para el agua potable, desde la dirección de cada escuela se demanda al CET la desinfección del tanque. Esta tarea, por lo tanto, no se realiza anualmente, sino a demanda de las escuelas; al igual que el resto de las tareas de mantenimiento, como la desinfección de los pozos, la revisión de los sistemas de provisión de agua y el desagote de pozos ciegos. Respecto a la comunicación con las comunidades escolares se conoció que no existe un cronograma de visitas a las escuelas por parte de los consejeros escolares, resultando oportuno la concurrencia semanal que los directores hacen al CET al retirar el servicio alimentario escolar. Finalmente,



respecto a la sistematización de la información vinculada al recurso hídrico, esta es escasa-nula, encontrándose dispersa en carpetas, en las diferentes áreas del CET.

4. Discusión

A partir de los resultados presentados, se pudo observar que la calidad fisicoquímica del recurso asegura su potabilidad. Así lo respaldan trabajos antecedentes en el área de estudio que han demostrado que las características naturales del agua subterránea son adecuadas para la captación de agua destinada al consumo humano (Barranquero *et al.*, 2012a, b; Rodríguez *et al.*, 2016). No obstante, a partir de los resultados microbiológicos se pudo observar que no se logra garantizar la potabilidad en el 73 % de los casos. La detección de problemas microbiológicos es atribuible a las decisiones de manejo; distintos antecedentes han demostrado, a otras escalas de trabajo, que el manejo antrópico juega un rol fundamental al momento de definir la calidad microbiológica del agua para consumo (Ximenes *et al.*, 2018; Faviel Cortez *et al.*, 2019; Martínez-García *et al.*, 2019).

En cuanto al análisis del manejo del recurso, la construcción y aplicación del índice resultó de utilidad en un contexto en el cual es necesario dar respuesta a una variable multidimensional, la gestión del agua en las escuelas rurales. La cual no puede ser relevada directamente y además, está conformada por variables que, a su vez, están integradas por otras variables. A partir del estudio se pudo determinar, para cada escuela, el nivel de manejo del recurso, y su análisis desagregado por macrovariables permitió conocer que las deficiencias en ese nivel se vinculan, fuertemente, con el empoderamiento de los actores, a fin de garantizar la provisión de agua potable, aunque su rol en el manejo y cuidado del recurso sea limitado o no se desarrolle plenamente. Las deficiencias relevadas, vinculadas tanto a cuestiones estructurales como institucionales, se replican en diversos trabajos antecedentes realizados en otras escalas de trabajo (Withanachchi *et al.*, 2018; Nava y Medrano-Pérez, 2019; Pigmans *et al.*, 2019; Suárez-Serrano *et al.*, 2019): el hecho de no contar con saneamiento adecuado, el conocimiento insuficiente, por parte de los actores, sobre la dinámica funcional y gestión de los acuíferos, la falta de comprensión del problema por las partes interesadas, la falta de estructuras claras de autoridad y la escasa o nula participación de la comunidad, entre otras. Tales deficiencias, así como dificultan una gestión integral del recurso hídrico, en última instancia comprometen las condiciones de potabilidad del recurso.

En el nivel de CET las deficiencias del manejo se vinculan, en particular, con la falta de una política ambiental de gestión del recurso, sumado a la escasez de información y sistematización; de forma tal, que las responsabilidades del organismo no se enmarcan en un cronograma o protocolo de actuación, ni siguen determinados lineamientos acordes a una planificación, sino que se van demandando desde las escuelas, en la medida que se reconocen necesarias. En investigaciones antecedentes se presentan condiciones de manejo similares, donde se destaca: la falta de mantenimiento y monitoreo de los sistemas, apoyo institucional irregular o discontinuo, estructuras de administración no definidas, requerimiento de capacitaciones a la personas involucradas con el manejo, la falta de estudios e información y la escasa o nula interacción entre



los actores involucrados (Khadse *et al.*, 2016; Braimah *et al.*, 2016; Withanachchi *et al.*, 2018; Suárez-Serrano *et al.*, 2019).

A partir de la integración de los resultados presentados se pone en evidencia que el impedimento para garantizar agua potable en las escuelas, manifestado en la detección de problemas microbiológicos, radica en las dificultades que presenta el manejo antrópico. Si bien, algunas de estas dificultades se vinculan a lo estructural, en especial, responden a cuestiones institucionales que distan de la conceptualización de gestión integral del agua. Cabe destacar que las herramientas aplicadas en el presente trabajo han sido útiles para el diagnóstico integral de la problemática, lo que demuestra la importancia del manejo, siendo este el principal punto crítico de la gestión aun cuando las condiciones naturales del recurso son prácticamente óptimas para la provisión de agua potable. Tal situación es común en los países en desarrollo, donde los objetivos de saneamiento y agua potable se abordan, por lo general, al facilitar el acceso al agua subterránea, pero que luego se gestiona sin un enfoque de pensamiento sistémico (Ximenes *et al.*, 2018).

Retomando la importancia de la GIRH como enfoque para superar el manejo sectorial y descoordinado de los recursos hídricos, caben destacar algunos elementos centrales en los que diversos autores hacen hincapié para tender hacia dicha gestión: la consideración combinada de todos los usos del agua, incluidas las dimensiones sociales, económicas y ecológicas, la planificación integrada intersectorial, la inclusión de los miembros de la sociedad -o al menos su comportamiento- en el proceso de formulación de políticas, y el monitoreo continuo que proporciona datos oportunos para tomar decisiones (Kramer y Pahl-Wostl, 2014; Walker *et al.*, 2015; Abioye y Perera, 2019). Como revela el análisis integral de la problemática, estos elementos no se ven reflejados, o bien lo hacen de manera parcial, dando lugar a un manejo no integral del recurso.

5. Conclusiones

Desde la importancia de analizar los recursos hídricos integrando sus variables físicas-naturales y sociales, en el presente trabajo se evidenció el rol fundamental que desempeña el manejo antrópico, al momento de definir la potabilidad del agua utilizada para el consumo en las escuelas rurales del partido de Tandil. Los resultados de calidad determinaron que mientras las características fisicoquímicas aseguran la potabilidad del agua captada en las escuelas, los problemas de calidad microbiológica detectados en el 73 % de los casos, definen su inaptitud para el consumo humano. Por otro lado, en el análisis del manejo desempeñado en el nivel institucional se observaron deficiencias que permiten asegurar que este dista de la conceptualización de gestión integral del agua. A partir de la integración de estos resultados se concluye que los problemas microbiológicos detectados se derivan del manejo desempeñado por las escuelas y el CET, dado que en ambos niveles se incumple con los requerimientos básicos de conocimiento, monitoreo, control y registro que permitirían prevenir tales problemas de potabilidad.



Al tener en cuenta las limitaciones que presentan las instituciones a cargo del agua y saneamiento en Latinoamérica, se destaca la adopción de un enfoque de integración de variables de los medios físico y socioeconómico para analizar la problemática; y particularmente, la utilidad del índice en el análisis del manejo del recurso hídrico, al considerar el bajo costo de obtención de la información, a partir de encuestas, frente a las limitaciones económicas y la falta de información imperantes.

El enfoque de la GIRH apunta a superar el reduccionismo y la sectorialidad que predomina en la gestión y el aprovechamiento de los recursos hídricos, tras plantear la necesidad de una planificación intersectorial e integrada. Cabe destacar en la problemática analizada que las deficiencias relevadas del manejo están más fuertemente vinculadas a lo institucional que a lo estructural. Por ello, se destaca la necesidad de priorizar la definición de un manejo integral del recurso, a fin de avanzar en la búsqueda de soluciones en este nivel, es decir, generar los cambios institucionales necesarios para que se cumplan las responsabilidades pertinentes en las escuelas y el CET y, en caso de persistir problemas de potabilidad, proseguir en la búsqueda de soluciones estructurales.

6. Ética y conflicto de intereses

Las personas autoras declaran que han cumplido totalmente con todos los requisitos éticos y legales pertinentes, tanto durante el estudio como en la producción del manuscrito; que no hay conflictos de intereses de ningún tipo; y que están totalmente de acuerdo con la versión final editada del artículo.

7. Agradecimientos

Los autores agradecen a la Revista y a los revisores anónimos que con sus comentarios y sugerencias enriquecieron el presente artículo.

8. Referencias

- Abioye, S. O. y Perera, E. D. P. (2019). Public health effects due to insufficient groundwater quality monitoring in Igando and Agbowo regions in Nigeria: A review. *Sustainable Water Resources Management*, 5(4), 1711-1721. <https://doi.org/10.1007/s40899-019-00330-5>
- APHA (American Public Health Association). (2005). *Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater*. 21st Edition. Andrew D., Eaton, A., Clesceri, L., Rice, E., Greenberg, A., Franson, M. (Editors)
- Banda Noriega, R., Ruiz de Galarreta, V. A., Barranquero, R. S., Saraceno, D., Irastorza, M. T., Cifuentes, M., Cisneros Basualdo, N. E., Díaz, A., Donalisio, R., Galecio, M. F., Landa, R., Quiroga, M., Rodríguez, C. I., Sosa, B. y Tabera, A. (2018). *Evaluación de agroquímicos en arroyos y agua subterránea del partido de Tandil considerando características hidrogeológicas*



- y uso del suelo. XIV Congreso Latinoamericano de Hidrogeología. X Congreso Argentino de Hidrogeología. VIII Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales de la Hidrogeología Subterránea. El Agua Subterránea "Recursos sin Fronteras". Salta, 23 al 26 de octubre de 2018.
- Barranquero, R. S., Varni, M. R., Ruiz de Galarreta, V. A. y Banda Noriega, R. (2012a). *Evaluación de las características del agua subterránea en la cuenca del arroyo Langueyú, Tandil, Buenos Aires, Argentina*. Trabajo completo presentado oralmente en 1.º Encuentro de Investigadores en Formación en Recursos Hídricos. Organizado por el Instituto Nacional del Agua. 14 y 15 de junio de 2012. Ezeiza, Buenos Aires, Argentina.
- Barranquero, R. S., Varni, M. R., Ruiz de Galarreta, V. A. y Banda Noriega, R. (2012b). Aporte de la hidroquímica al modelo conceptual del sistema hídrico subterráneo. Tandil, Argentina. *GEOACTA*, 37(2), 130-146. <http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/geoacta/article/view/1085>
- Barranquero, R. S., Varni, M. R., Ruiz de Galarreta, V. A., Quiroga, M., & Landa, R. (2013). Assessment of hydrochemical characteristics of the Langueyú creek basin applying multivariate statistical analysis. *The Journal of the Argentine Chemical Society*, 100, 9-24.
- Barranquero, R. S. (2015). Análisis y evaluación del sistema hidrogeológico ambiental en la cuenca del arroyo Langueyú, Tandil, Buenos Aires. *Revista Estudios Ambientales-Environmental Studies Journal*, 3(1), 59-64. <http://ojs.fch.unicen.edu.ar/index.php/estudios-ambientales/article/view/37/26>
- Barranquero, R. S., Varni, M. R., Pardo, R., Vega, M., Zabala, M. E. y Ruiz de Galarreta, V. A. (2016). Propuesta para el estudio comparativo del recurso hídrico subterráneo. Ejemplo de caso: cuencas de los arroyos Langueyú y Del Azul. *Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente*, 37, 45-56. <https://www.editoriasagai.org.ar/ojs/index.php/rgaia/article/view/117>
- Braimah, I., Amponsah, O., & Asibey, M. O. (2016). The effectiveness of the local management systems of rural water facilities for sustainable service delivery: a case study of the Sekyere East District, Ghana. *Sustainable Water Resources Management*, 2(4), 405-418. <https://doi.org/10.1007/s40899-016-0070-7>
- Camio, M. I., Rébora, A., Romero, M. d. C. y Álvarez, M. B. (2016). *Innovación y software. Diagnóstico y medición en empresas argentinas*. Editorial UNICEN.
- Código Alimentario Argentino (CAA). (2012). Capítulo XII: Bebidas hídricas, agua y agua gaseificada. *Ley 18.284*. Argentina. http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO_XII.pdf
- Faviel Cortez, E., Infante Mata, D., & Molina Rosales, D. O. (2019). Percepción y calidad de agua en comunidades rurales del área natural protegida La Encrucijada, Chiapas, México.

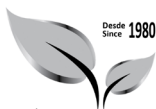




Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 35(2), 317-334. <https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.02.05>

- Global Water Partnership (GWP) and the International Network of Basin Organizations (INBO). (2009). *A Handbook for Integrated Water Resources Management in Basins*. Stockholm. <https://www.inbo-news.org/IMG/pdf/GWP-INBOHandbookForIWRMinBasins.pdf>
- Khadse, G. K., Patni, P. M., Talkhande, A. V. & Labhasetwar, P. K. (2016). Change in drinking water quality from catchment to consumers: a case study. *Sustainable Water Resources Management*, 2(4), 453-460. <https://doi.org/10.1007/s40899-016-0069-0>
- Kramer, A., y Pahl-Wostl, C. (2014). The global policy network behind integrated water resources management: is it an effective norm diffusor? *Ecology & Society*, 19(4). <https://www.ecologyandsociety.org/vol19/iss4/art11/>
- Krueger, T., Maynard, C., Carr, G., Bruns, A., Mueller, E. N. & Lane, S. (2016). A transdisciplinary account of water research. *WIREs Water* 2016, 3, 369-389. <https://doi.org/10.1002/wat2.1132>
- Mahlknecht, J., y Pastén Zapata, E. (2013). Los recursos hídricos y la gestión del agua en América Latina y el Caribe: un panorama. *Diagnóstico de los recursos hídricos en América Latina*. México: Pearson Educación.
- Martínez-García, J., Jaramillo-Colorado, B. E. & Fernández-Maestre, R. (2019). Water quality of five rural Caribbean towns in Colombia. *Environmental Earth Sciences*, 78 (18), 575. <https://doi.org/10.1007/s12665-019-8580-x>
- Mena, L. D. y Romanazzi, P. G. (2017). *Caracterización hidrológica del faldeo norte de las sierras de Tandil*. XXVI Congreso Nacional del Agua, Córdoba, Argentina.
- Mirassou, S. B. (2009). *La gestión integral de los recursos hídricos: aportes a un desarrollo conceptual para la gobernabilidad del agua*. Tesis de Doctorado. FLACSO. Sede Académica Argentina, Buenos Aires. <http://hdl.handle.net/10469/1365>
- Nava, L. F. y Medrano-Pérez, O. R. (2019). Retos y oportunidades de la gestión de los recursos hídricos subterráneos: Aproximación al problemático acceso al agua en Valles Centrales de Oaxaca, México. *Acta Universitaria*, 29, 1-20. <http://doi.org/10.15174.au.2019.2429>
- Peña, H. (2016). *Desafíos de la seguridad hídrica en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Pigmans, K., Aldewereld, H., Dignum, V., & Doorn, N. (2019). The role of value deliberation to improve stakeholder participation in issues of water governance. *Water Resources Management*, 33(12), 4067-4085. <https://doi.org/10.1007/s11269-019-02316-6>





- Rodríguez, C. I. (2014). *Evaluación ambiental del uso y gestión del agua subterránea en el partido de Tandil. Pautas para su gestión sustentable*. Tesis del Doctorado en Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
- Rodríguez, C. I., Gaspari, F., Ruiz de Galarreta, V. A., Kruse, E. E., Quiroga, M. y Landa, R. (2016). *Caracterización hidrológica de la cuenca alta del arroyo Napaleofú, Tandil, Buenos Aires, Argentina*. I Jornadas Internacionales y III Nacionales de Ambiente.
- Saraceno, D., Barranquero, R. S., Ruiz de Galarreta, A., Banda Noriega, R., Quiroga, M. y Irastorza, T. (2014). *Análisis de la calidad del agua subterránea en el partido de Tandil en relación a las prácticas agropecuarias*. https://www.researchgate.net/publication/319621183_Analisis_de_la_calidad_del_agua_subterranea_en_el_partido_de_Tandil_en_relacion_a_las_practicas_agropecuarias
- Suárez-Serrano, A., Baldioceda-Garro, Á., Durán-Sanabria, G., Rojas-Conejo, J., Rojas-Cantillano, D. y Guillén-Watson, A. (2019). Seguridad hídrica: Gestión del agua en comunidades rurales del Pacífico Norte de Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 53(2), 25-46. DOI: <https://doi.org/10.15359/rca.53-2.2>
- Walker, W. E., Loucks, D. P. & Carr, G. (2015). Social responses to water management decisions. *Environmental Processes*, 2(3), 485-509. <https://doi.org/10.1007/s40710-015-0083-5>
- Withanachchi, S., Ghambashidze, G., Kunchulia, I., Urushadze, T., & Ploeger, A. (2018). A Paradigm Shift in Water Quality Governance in a Transitional Context: A Critical Study about the Empowerment of Local Governance in Georgia. *Water*, 10(2), 98. <https://doi.org/10.3390/w10020098>
- Ximenes, M., Duffy, B., Faria, M. J. & Neely, K. (2018). Initial observations of water quality indicators in the unconfined shallow aquifer in Dili City, Timor-Leste: suggestions for its management. *Environmental earth sciences*, 77(19), 711. <https://doi.org/10.1007/s12665-018-7902-8>
- Xu, L., Gober, P., Wheeler, HS y Kajikawa, Y. (2018). Reframing socio-hydrological research to include a social science perspective. *Journal of hydrology*, 563, 76-83. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.05.061>

