

---

## ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL SISTEMA HIDROGEOLÓGICO AMBIENTAL EN LA CUENCA DEL ARROYO LANGUEYÚ, TANDIL, BUENOS AIRES<sup>1</sup>

**Rosario Soledad Barranquero**

Centro de Investigaciones y Estudios Ambientales (CINEA), Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires

CINEA. Campus Universitario Tandil, Boxes de investigación II. Paraje Arroyo Seco s/n. 7000, Tandil, Buenos Aires

[rosariobarranquero@yahoo.com.ar](mailto:rosariobarranquero@yahoo.com.ar)

Para sostener en el tiempo las funciones ecosistémicas de los recursos hídricos y sus posibilidades de uso por parte del hombre es imprescindible que su aprovechamiento sea ambientalmente sustentable, es decir, que cumpla con los principios de eficiencia económica, equidad social y equilibrio ecológico. El conocimiento en profundidad de los recursos es uno de los pilares fundamentales en el acercamiento a la meta de sustentabilidad ambiental. El trabajo de tesis del cual se consigna el presente resumen extendido se realizó bajo el propósito de constituirse en una guía para la generación de propuestas de manejo sostenible del recurso basado en una toma de decisiones fundamentada y coherente con su dinámica.

El área de estudio fue la cuenca del arroyo Languyú, localizada en el Centro-Sur de la provincia de Buenos Aires, que posee una superficie aproximada de 600 km<sup>2</sup>. Se extiende desde las nacientes, ubicadas sobre el faldeo N de las Sierras de Tandil (partido de Tandil), hasta algunos kilómetros al NE del límite político con el partido de Ayacucho. Considerando la dinámica hidrológica, la cuenca puede dividirse en tres sectores geomorfológicos: serranías, piedemonte y llanura. En serranías los gradientes hídricos son importantes y los cursos de agua superficial poseen régimen transitorio. El piedemonte se caracteriza por presentar ciertas depresiones que

---

<sup>1</sup> Resumen extendido de la tesis elaborada para acceder al grado de "Doctor en Ciencias Geológicas" de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba (marzo del 2015)

interrumpen la regularidad del relieve y divisorias de agua poco definidas. En el sector de llanura los gradientes hídricos son mínimos, adquiriendo relevancia los flujos de agua verticales sobre los horizontales, y los arroyos poseen régimen permanente.

Tanto en parte del piedemonte como del valle del sistema serrano, se asienta la ciudad de Tandil con un total de 111.483 habitantes (INDEC, 2010<sup>2</sup>). En ella el recurso hídrico subterráneo es fundamental, ya que abastece los usos doméstico, industrial, comercial y agropecuario. Como muchas otras ciudades de nuestro país, Tandil ha sufrido en los últimos años un crecimiento demográfico rápido que no se ha acompañado con una adecuada planificación y ordenamiento del uso del territorio. Asimismo, no cuenta con una política integral en relación a la gestión ambiental en el aprovechamiento de los recursos hídricos. Esta carencia puede conllevar efectos no deseados, tales como la sobreexplotación y contaminación de acuíferos que, conjuntamente con un desarrollo deficiente en los sistemas de saneamiento, generan una afectación a las fuentes de abastecimiento de agua potable. Particularmente en el área de estudio, este déficit ha generado problemas debido al incremento en el contenido de nitrato en las perforaciones utilizadas para el suministro de agua de red (Barranquero et al., 2006; Rodríguez, 2014<sup>3</sup>).

También el avance de la construcción de viviendas en el sector serrano, con características hidrolíticas distintas, ha desencadenado una problemática con el uso del recurso hídrico que podría agravarse en los próximos años; las particularidades hidrogeológicas que presenta el sector determinan escasa cantidad de agua en algunas zonas, dificultando la extracción que se debe realizar a través de perforaciones individuales por no contar con agua de red. Sumado a esto los efluentes domiciliarios deben disponerse in situ, en pozos ciegos, por no poseer red cloacal,

---

<sup>2</sup> INDEC. 2010. <http://www.censo2010.indec.gov.ar/resultadosdefinitivos.asp>

<sup>3</sup> BARRANQUERO, R., RUIZ DE GALARRETA, A., BANDA NORIEGA, R. 2006. Evaluación de nitratos en los pozos de explotación en la ciudad de Tandil, Buenos Aires, Argentina. En: Actas del VIII Congreso de ALHSUD (Asociación de Hidrología Subterránea para el Desarrollo).

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 (UNLP). Disponible en Repositorio Digital UNLP: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/34169>.

siendo la capacidad de infiltración, del medio, limitada. En esta problemática resulta crucial el uso y manejo del recurso por parte de los habitantes del lugar.

Representan además ejes fundamentales de la investigación para los cuales es importante el diagnóstico y la generación de pautas de manejo: las actividades industriales, por su consumo pero principalmente por su disposición de efluentes al arroyo Langueyú o al suelo; y las actividades agropecuarias tanto por su manejo del agua y de los efluentes que generan, como por el uso de fertilizantes y pesticidas.

Considerando el contexto detallado se planteó como objetivo general “analizar, proponer y evaluar un modelo de funcionamiento del sistema hidrogeológico ambiental en la cuenca del arroyo Langueyú, que integre a las variables referidas al medio físico la influencia de las actividades humanas”. Para la concreción de dicho objetivo: a) se caracterizaron la geología e hidrolitología de la cuenca, considerando su contextualización en las Sierras de Tandil, y analizando las implicancias hidrogeológicas de su geomorfología; b) se evaluaron los distintos componentes del ciclo hidrológico y sus magnitudes, especialmente la hidrodinámica del medio subterráneo, su relación con el superficial y el impacto de las actividades humanas; c) se realizó un análisis hidroquímico general, y específico de nitrato, arsénico, fluoruro y otros elementos minoritarios, considerando variaciones temporales y espaciales; d) a partir de la conjunción de los resultados anteriores, se elaboró un modelo conceptual de funcionamiento del sistema hídrico, que fue corroborado utilizando herramientas novedosas, como el análisis de componentes principales multi-modo y N-way; e) el modelo conceptual fue a su vez evaluado y ajustado mediante la elaboración de un modelo matemático de flujo de aguas subterráneas; f) se valoraron las actividades antrópicas, clasificando las mismas, en forma cualitativa, de acuerdo a su potencial de contaminación respecto al recurso hídrico subterráneo; g) se realizó la simulación de cargas contaminantes de una de las actividades de mayor potencial de contaminación (agroindustrias) y, h) se elaboraron pautas de manejo ambiental del recurso hídrico subterráneo, considerando las implicancias de los principales resultados respecto a la gestión del recurso y enunciando pautas de gestión en el cierre del trabajo de tesis.

La metodología aplicada permitió concretar los objetivos específicos, arribando a las siguientes conclusiones principales:

✓ El sentido de flujo subterráneo es hacia el NE en concordancia con las características morfológicas superficiales, aunque con un menor gradiente. En el

sector de serranías se presenta el mayor gradiente hídrico y va disminuyendo hacia la llanura. La morfología de la superficie freática es de tipo radial con tendencia a plana hacia el N-NE.

✓ La recarga es a través de precipitaciones, con mayor monto en el sector de serranías. Hacia el límite Norte de la cuenca continúa siendo un sector mayormente de conducción; mientras que la descarga regional se localizaría en la cuenca del río Salado.

✓ La hidroquímica se explica por tres procesos fundamentales: el aumento de salinidad en el sentido del flujo a pesar de no alcanzarse una composición típica de un sector de descarga, el intercambio iónico, y la incorporación de elementos propios del acuífero pampeano que explican el contenido de iones minoritarios.

✓ Las aguas pueden definirse como jóvenes, dado que presentan bajo contenido de sales totales disueltas (promedio de 574 mg l<sup>-1</sup> para una de las campañas consideradas en el estudio: octubre del 2010) y son bicarbonatadas sódicas o bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas.

✓ El modelo matemático logró representar lo que ocurre en la cuenca de acuerdo al modelo conceptual de funcionamiento del sistema hídrico, aunque sería necesario trabajar con mayor nivel de detalle en serranías y piedemonte. A través del análisis de sensibilidad, el modelo, fue importante para corroborar que los niveles freáticos son muy sensibles a la variación tanto de la recarga como de la conductividad hidráulica, pero más a la primera.

✓ La explotación del acuífero para suministro de agua de red ha provocado una afectación a nivel hidrodinámico, con carácter puntual en algunas perforaciones particulares, y a una escala más amplia con la inversión de la relación natural acuífero-arroyo en al menos más de cuarta parte del sector de piedemonte, generando un carácter influente del arroyo respecto al acuífero; este aporte del arroyo al acuífero representa un riesgo de contaminación del recurso subterráneo dadas las descargas cloacales e industriales que recibe el arroyo.

✓ En pozos particulares se identificaron casos de contaminación puntual con nitrato asociados a la presencia de pozos ciegos o concentración de animales sueltos cercanos a la perforación, y producción de hortalizas y frutas con aplicación de fertilizantes. Se observaron además inadecuadas condiciones de construcción y

mantenimiento de las perforaciones, y variaciones de los tenores de nitrato frente a cambios en las actividades aledañas a ellas.

✓ Se determinaron como actividades con mayor potencial de contaminación del recurso hídrico subterráneo: la agricultura intensiva, las agroindustrias y el antiguo basural de depósito de residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de Tandil.

✓ Teniendo en cuenta la vinculación entre los sectores geomorfológicos y los aspectos hidrogeológicos, muchos de los enunciados de esta tesis son aplicables a otras cuencas con sus nacientes en el faldeo Norte del sistema de Tandilia (de los arroyos Tapalqué, de los Huesos, del Azul, Tandileofú y Chapaleofú).

Con el propósito de que el trabajo de tesis pueda ser utilizado como una herramienta para el manejo del recurso hídrico, se propusieron, a partir de las conclusiones respecto al funcionamiento del sistema, las siguientes pautas de gestión:

✓ Es fundamental la concientización de la población de la cuenca respecto a la vulnerabilidad del acuífero freático del que hacen uso, así como de los modos de contribuir a su cuidado.

✓ Sería un aporte de interés la creación de un manual de buenas prácticas para la construcción y mantenimiento de perforaciones de agua, y el tratamiento y disposición de efluentes domiciliarios, especialmente para sitios en los cuales no se cuenta con agua de red y servicio de colección de efluentes cloacales.

✓ Resulta urgente el diseño de una política de manejo del servicio de red cloacal y de la generación de efluentes industriales, con el propósito de mejoramiento de las condiciones de vuelco de ambos tipos de efluentes al arroyo Languayú para proteger tanto el recurso hídrico superficial como el subterráneo.

✓ Debe establecerse un sistema de control y monitoreo de perforaciones en todo el ámbito de la cuenca, con un registro que sea público y pueda consultarse cada vez que se solicita permiso para una nueva actividad. A su vez deberá evaluarse en qué medida la actividad que se autoriza no genera impactos importantes a las ya existentes.

✓ Las decisiones de ubicación y diseño de nuevas perforaciones para suministro de agua de red deben estar sujetas a estudios hidrogeológicos y ambientales específicos que determinen el lugar más adecuado de acuerdo a la disponibilidad

actual de agua, en cantidad y calidad, y la proyección a futuro del uso de suelo en las inmediaciones.

- ✓ Es necesario comenzar evaluar la construcción de perímetros de protección para las perforaciones utilizadas para suministro de agua de red.