

MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO SUBTERRÁNEO EN ÁREAS URBANAS DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

E. Kruse, P. Laurencena, M. Deluchi, S. Carretero, L. Rodrigues Capítulo, D. Guaraglia,
L. Gómez, J. M. García, J. Galliari

Centro de Estudios Integrales de la Dinámica Exógena (CEIDE)
kruse@fcnym.unlp.edu.ar

RESUMEN

El trabajo presenta una de las líneas de investigación desarrolladas en el Centro de Estudios Integrales de la Dinámica Exógena (CEIDE) en relación con el manejo del agua subterránea en áreas urbanas de las regiones noreste y costera en la provincia de Buenos Aires. En noreste (La Plata), la explotación del acuífero semiconfinado Puelche generó un cono de depresión con un progresivo aumento en su profundización y superficie, y con una evolución temporal que muestra un desplazamiento hacia zonas periurbanas. Se registran fenómenos de agotamiento de reservas, modificación de la relación agua superficial-agua subterránea y deterioro de la calidad química del agua. En la región costera se reconoce un nivel acuífero somero con un escaso espesor de agua dulce. La explotación intensiva conduce a una depresión de los niveles freáticos con la intrusión de agua salada. Las características del acuífero freático, la alta permeabilidad y el escaso espesor de la zona no saturada indican una alta vulnerabilidad del agua subterránea a la contaminación, particularmente por nitratos de origen antrópico. En estas regiones, el conocimiento hidrogeológico es fundamental para plantear un uso sostenible del recurso hídrico subterráneo, así como para asegurar el abastecimiento de agua potable, el saneamiento, la alimentación y el desarrollo social.

Palabras clave: hidrogeología, región costera, región noreste, La Plata, uso sostenible.

INTRODUCCIÓN

El manejo del agua subterránea, como parte del manejo integrado de los recursos hídricos, es un tema de importancia que muchas veces pasa inadvertido. En el documento de referencia sobre los Recursos Hídricos del Plan de Acción Argentina Innovadora 2020 se define que:

los recursos hídricos responden a múltiples demandas: agua potable, higiene, producción de alimentos, energía, bienes industriales y mantenimiento de los ecosistemas naturales. Por otra parte, los responsables de la toma de decisiones deben afrontar el desafío de gestionar y desarrollar de forma sostenible los recursos. Estos se encuentran sometidos a las presiones del crecimiento económico, el gran aumento de la población y el cambio climático, los cuales tienen a menudo, como consecuencia, un incremento del uso del agua, de la contaminación y de la ineficacia en su abastecimiento. La mala calidad del agua y un abastecimiento no sostenible frenan el desarrollo económico, y pueden tener efectos negativos sobre la salud y los medios de vida (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, 2012: 7).

Según el esquema general propuesto por dicho plan y en relación con los distintos grados de potencialidad de los acuíferos reconocidos en las regiones noreste y costera de la provincia de Buenos Aires, resultan de aplicación conceptos que actualmente definen una preocupación a nivel internacional, como lo es la urgencia de lograr la *seguridad de agua* para el desarrollo de una sociedad (UN, 2013; Foster y MacDonald, 2014). Ello ocurre en especial por las incertidumbres acerca de la variación a futuro en las reservas de agua dulce como consecuencia del cambio climático global y de las actividades antrópicas. El concepto de *seguridad de agua* se refiere a la disponibilidad de una cantidad y calidad aceptables de este elemento para asegurar la salud, los medios de vida, los ecosistemas y la producción, junto con un nivel adecuado de conocimiento acerca de los riesgos que, relacionados con el agua, pueden afectar a las personas, el ambiente y la economía (Grey y Sadoff, 2007).

Las regiones noreste y costera de la provincia de Buenos Aires presentan distintas fuentes de uso del agua y consecuentemente disímiles comportamientos hidrogeológicos, pero en ambos casos el recurso subterráneo se encuentra amenazado por la extracción excesiva y la contaminación. La evolución de los sistemas de manejo para hacer frente a estas amenazas requiere además de un compromiso político sostenido y de mejoras en las bases de datos hidrogeológicos y en el conocimiento científico. Este último es esencial no solo para la interpretación de la dinámica y de la química del agua subterránea, sino también como una base para satisfacer las demandas socioeconómicas que se imponen sobre este recurso.

El objetivo de este trabajo es mostrar una de las líneas de investigación que se llevan a cabo en el Centro de Estudios Integrales de la Dinámica Exógena (CEIDE). Se presentan diferentes estrategias de manejo del recurso hídrico subterráneo, que tienden a un desarrollo socioeconómico sostenible en las regiones noreste y costera de la provincia de Buenos Aires. Estas investigaciones buscan generar herramientas para promover un conocimiento científico que asocie los recursos hídricos con la sociedad en zonas de urbanización creciente.

PROBLEMÁTICA EN LAS REGIONES NORESTE Y COSTERA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

La aplicación de los conceptos previamente expuestos en las regiones noreste y costera de la provincia de Buenos Aires, afectadas por procesos de urbanización e industrialización, resulta compleja y deriva de los cambios producidos por actividades antrópicas, que tienen consecuencias en las condiciones ambientales. El desarrollo de las ciudades genera importantes modificaciones en el medio físico y específicamente en el recurso hídrico subterráneo. Pero como los efectos producidos en general no se perciben de forma directa, muchas veces su impacto en el ambiente es subestimado.

El ascenso de los niveles freáticos, los incrementos de temperatura en el agua subterránea somera, las modificaciones de flujo asociadas con la construcción en el subsuelo y la contaminación de las aguas subterráneas son algunos de los efectos más significativos en el ambiente urbano. Estos determinan la degradación de un recurso natural estratégico, por lo que su conocimiento resulta necesario no solo para dimensionar las posibilidades de explotación del agua subterránea, sino también para la planificación del uso del suelo urbano, el desarrollo de infraestructura y el ordenamiento territorial.

El crecimiento de las zonas urbanas en el noreste de la provincia de Buenos Aires aumentó las áreas impermeabilizadas y disminuyó la reserva de agua en el suelo que alimenta la evapotranspiración, en consecuencia, se produce un incremento en los excesos de agua. Ello significa una aceleración del escurrimiento superficial, aumento en la magnitud de los caudales escurridos y disminución en las posibilidades de infiltración natural a partir del agua meteórica (Kruse *et al.*, 2014).

En la región costera oriental se define un sistema acuífero somero de agua dulce. En este caso los requerimientos de agua son especialmente altos durante los meses de verano, debido al turismo. Una explotación intensiva del agua subterránea conduce a una fuerte depresión de los niveles freáticos con la consecuente intrusión de un frente de agua salada, que obliga al abandono de perforaciones para abastecimiento. Asimismo, debido al comportamiento hidráulico del acuífero freático, su alta permeabilidad y el escaso espesor de la zona no saturada, el agua dulce disponible en lentes es altamente vulnerable a la contaminación, sobre todo por nitratos de origen antrópico (urbanización, pérdidas de cloacas y depósitos de residuos). Por ello, la generación de estrategias de manejo para un óptimo diseño de las redes de abastecimiento y para establecer caudales de extracción que protejan las reservas de agua dulce es de suma importancia para esta región.

Otro aspecto importante que está íntimamente ligado al manejo del recurso subterráneo en ambos casos de estudio es el cambio que se produce en relación con el uso del suelo. Uno de los problemas que adquiere relevancia en las zonas mencionadas está relacionado con distintas acciones antrópicas que han modificado la dinámica hidrológica mediante variadas formas de presión ambiental.

Procesos como la desalinización del agua marina o el transporte de agua por medio de acueductos desde fuentes superficiales, entre otros, son metodologías costosas y fuera de un alcance económico razonable; por lo tanto, la solución más conveniente sería un buen aprovechamiento y cuidado de las reservas de agua dulce disponibles en la propia región.

La relevancia de los problemas planteados pone de manifiesto la necesidad de definir estrategias de manejo de los recursos hídricos, en especial del agua subterránea. Los resultados generales

de estas investigaciones han posibilitado desarrollar un plan integral que permite generar información de mayor detalle para facilitar la resolución de los problemas específicos que relacionan a la sociedad con el ambiente y que fueron detectados en estudios previos.

CASOS DE ESTUDIO

La Plata y alrededores

La ciudad de La Plata cuenta desde 1885 con abastecimiento público de agua potable provisto por el recurso subterráneo que procede de la explotación de un acuífero semiconfinado, alojado en el tramo superior de la secuencia sedimentaria. En 1940 la superficie urbanizada era de aproximadamente 26 km², y actualmente supera los 180 km² (Kruse *et al.*, 2013). El uso de la tierra en el área periurbana, que era originalmente agrícola, fue modificándose por el avance de la urbanización. Actualmente, el abastecimiento de agua se produce por el uso conjunto de agua subterránea y agua superficial del Río de la Plata. Hasta 1955 la provisión fue exclusivamente a partir de aguas subterráneas, y luego se reforzó el servicio con agua superficial.

En el caso del Gran La Plata, la explotación del acuífero semiconfinado Puelche produjo la formación de un cono de depresión con un progresivo aumento en su superficie y profundización, mostrando un desplazamiento desde el casco urbano hacia zonas periurbanas. Este descenso de la superficie piezométrica afecta también a la capa freática, habiéndose modificado la relación natural entre el agua superficial y el agua subterránea.

El régimen actual en el área urbana presenta una complejidad y variabilidad mayor que en condiciones naturales, lo cual requiere un conocimiento y evaluación de mayor detalle en cuanto a la disponibilidad del recurso subterráneo. El análisis del uso conjuntivo agua superficial-agua subterránea que caracteriza el abastecimiento de agua potable a la ciudad y de los conflictos de uso que genera la explotación del acuífero en zonas periurbanas (agua potable, agua para riego, agua para industrias) es un factor tenido en cuenta para el desarrollo de las estrategias de manejo del agua subterránea.

Existen distintas contribuciones a escala regional relacionadas con el agua subterránea y con el nivel acuífero semiconfinado (Puelche) en el noreste de la provincia de Buenos Aires y en particular en la región de La Plata y alrededores. En relación con esta última región, Auge (2005) sintetiza los principales aportes incluidos en numerosas publicaciones, basados en investigaciones del autor desde 1992 y en estudios previos realizados por otros autores y distintos organismos.

En un sector del noreste de la provincia de Buenos Aires, Kruse *et al.* (2004) reconocen las modificaciones en cantidad y calidad en los componentes del ciclo hidrológico y en la interrelación agua superficial-agua subterránea como consecuencia de la urbanización.

Estudios recientes sobre el acuífero Puelche en La Plata y alrededores tratan aspectos hidrodinámicos (Deluchi *et al.*, 2010 y 2011; García y Zanandrea, 2017). Estos trabajos han aportado datos de las variaciones de los niveles piezométricos, que permitieron identificar descensos significativos, el aumento del área de influencia del cono de depresión (figuras 1 y 2), modificaciones en el flujo natural del agua subterránea y en las relaciones aguas superficiales-aguas subterráneas. Todas estas evidencias,

asociadas a los cambios que generan las actividades antrópicas, demuestran en el balance hidrológico una disminución en las reservas del recurso subterráneo y, consecuentemente, una competencia por el uso del agua (Laurencena *et al.*, 2010).

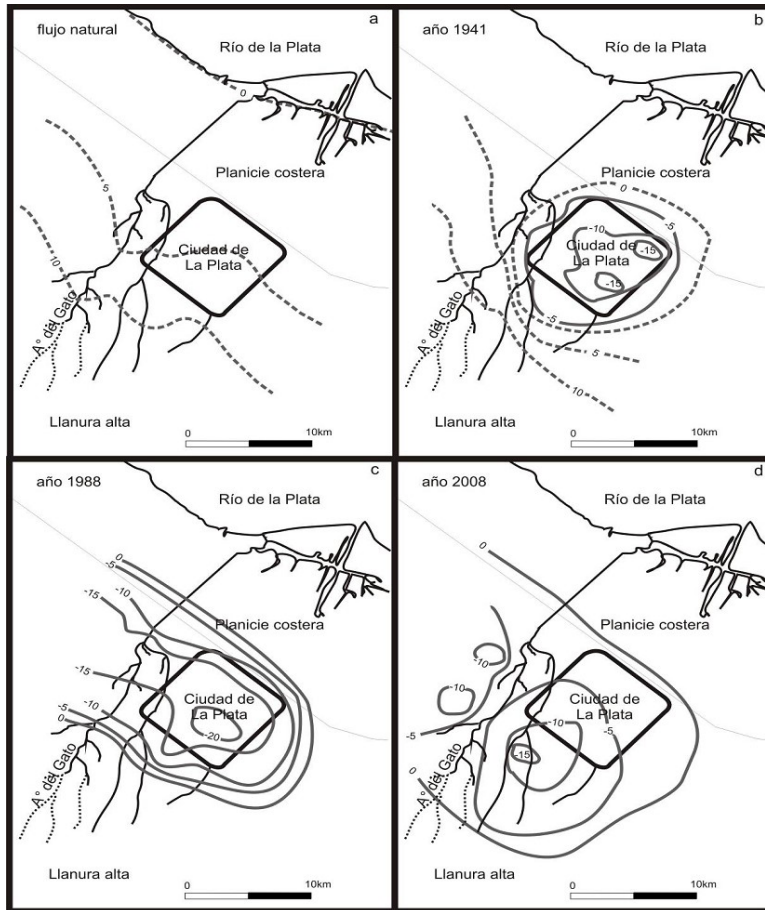


Figura 1. Evolución del cono de depresión acuífero Puelche 1900-1988. Tomada de Deluchi *et al.*, 2011

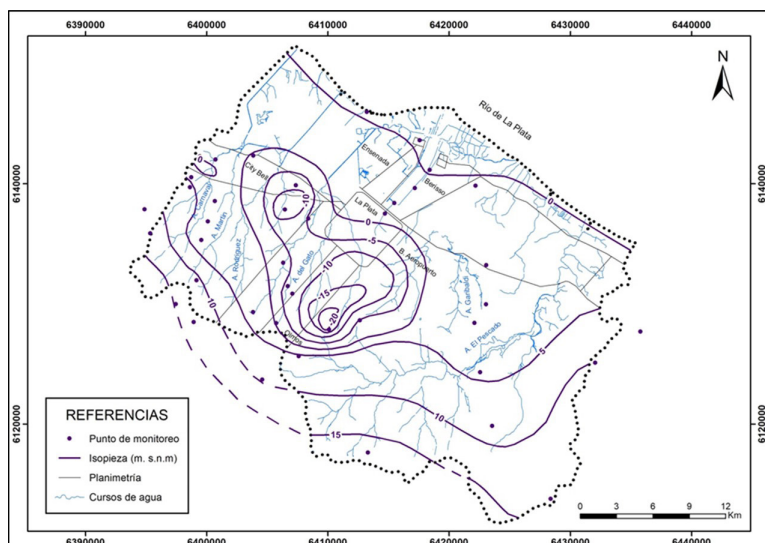


Figura 2. Flujo en acuífero Puelche (mayo-junio 2017). Tomada de García y Zanandrea, 2017

Deluchi *et al.* (2010) indican que las diferencias de carga hidráulica entre los acuíferos Puelche y Pampeano, asociadas a las particularidades hidrogeológicas y a la progresiva profundización de los niveles freáticos, son elementos indicadores de gran utilidad para identificar áreas que requieren un control en los volúmenes extraídos. Una explotación se puede considerar excesiva cuando da lugar a efectos no deseados, tales como la modificación de la condición de efluencia de un curso de agua o el aporte de agua de menor calidad natural o afectada por procesos antrópicos. También influyen cuestiones prácticas, como la disminución del rendimiento de los pozos, la necesidad de profundizar las perforaciones para extraer el agua o el aumento en los costos de bombeo.

De acuerdo con Kruse *et al.* (2014) y Deluchi *et al.* (2011), el desarrollo urbano de La Plata conllevó modificaciones en las componentes del ciclo hidrológico. El régimen subterráneo depende en mayor parte de las variaciones en los volúmenes extraídos. La expansión de los conos de depresión no adquiere la magnitud estimada de acuerdo con los caudales extraídos, las características hidráulicas del acuífero y las condiciones de infiltración natural. Dada la vinculación hidráulica existente entre el acuífero Puelche y el acuífero freático, el desarrollo de conos de depresión en el área urbana favorece la recarga artificial de agua procedente de pérdidas en cañerías y desagües hacia el acuífero.

Región costera

Este caso incluye sectores con particularidades diferenciables desde un punto de vista hidrogeológico, como son las áreas urbanizadas de Pinamar y del sector norte del partido de La Costa (San Clemente del Tuyú, Las Toninas, Santa Teresita). Más recientemente, se han iniciado estudios sobre las localidades del sector central (Mar del Tuyú, Costa del Este y Aguas Verdes). Desde mediados del siglo xx esta región ha experimentado un fuerte incremento demográfico que condujo a un mayor requerimiento de suministro de agua dulce, cuya única fuente es el agua subterránea somera.

A partir del 2007, el CEIDE ha producido resultados preliminares que se relacionan con la problemática y con las zonas de estudio propuestas en esta investigación. Por ejemplo, debe citarse al trabajo de Pousa *et al.* (2007), en el cual se evalúan los riesgos en la región, provocados por la actividad del hombre en distintos sitios hidrológicos y costeros del ambiente arenoso oriental de la provincia de Buenos Aires.

En Carretero *et al.* (2011) se reconoce preliminarmente que las diferencias en los excesos de agua del balance hídrico dadas por los distintos grados de urbanización tienen una influencia directa en la recarga del sistema hídrico subterráneo (Carretero y Kruse, 2012) en la zona de San Clemente del Tuyú. Carretero *et al.* (2014) comprobaron el mismo efecto para el resto del partido de La Costa (figura 3).

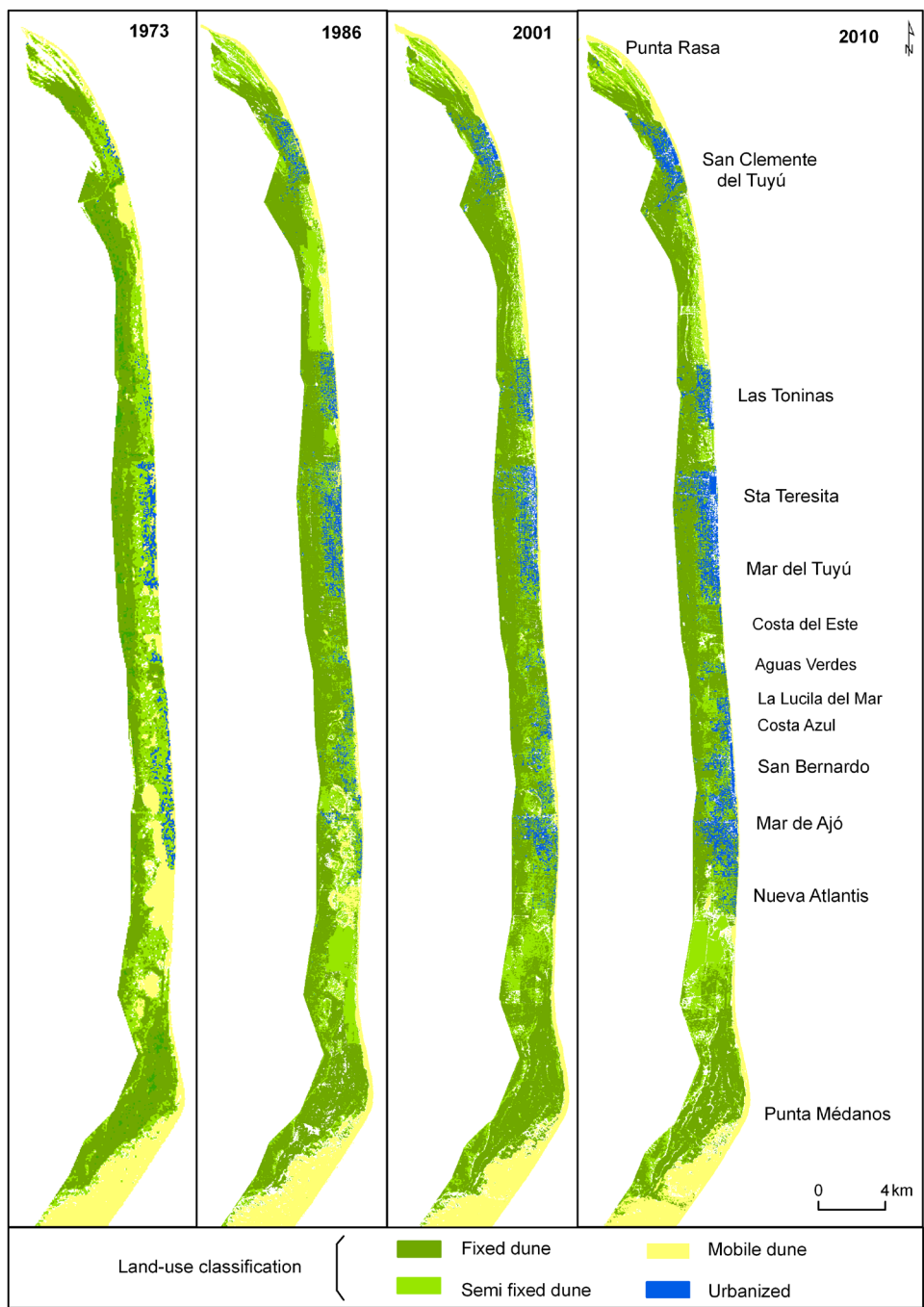


Figura 3. Evolución del uso del suelo en el partido de La Costa. Tomada de Carretero *et al.* (2014)

En el trabajo de Carretero y Kruse (2010) se describe el manejo actual de la explotación de aguas subterráneas en la localidad de San Clemente del Tuyú y se analizan los problemas por detectarse frente a un previsible aumento en la demanda para el abastecimiento a la población. Se analizan los resultados de la explotación de tipo areal llevada a cabo (drenes horizontales o pozos tipo Ranney, figura 4) y que fue planificada para evitar la intrusión del agua salada marina y del agua salada continental, que limitan la lente de agua dulce. Recientemente, Carretero *et al.* (2016) han detectado la existencia de una zonación química vertical, lo cual reduce el espesor útil del acuífero y resulta un dato de interés para la prestadora de servicios de agua.

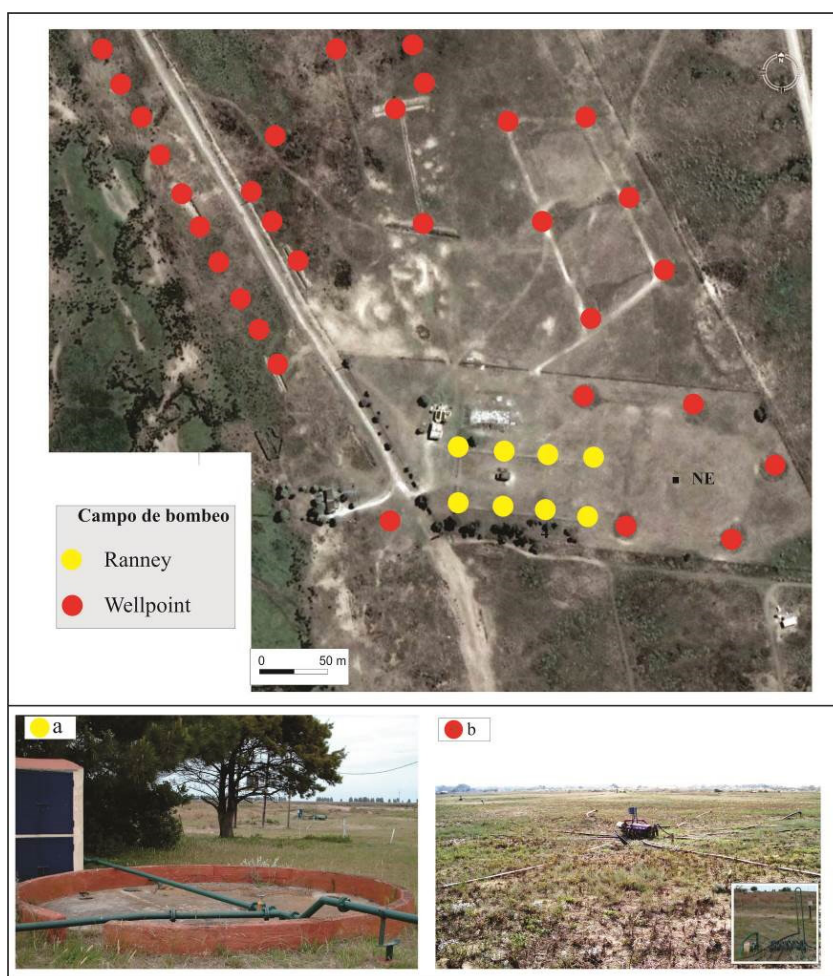


Figura 4. Distribución de los pozos de extracción de agua subterránea en San Clemente del Tuyú

Carretero *et al.* (2013) y Perdomo *et al.* (2013) han identificado un proceso de intrusión marina que afecta al frente costero de Santa Teresita. A diferencia de San Clemente, la localidad no cuenta con red de distribución de agua potable, y se atribuye el fenómeno de contaminación del agua dulce con agua salada al uso no sustentable (Carretero y Kruse, 2017). También se han efectuado pronósticos sobre los diferentes escenarios de intrusión salina, producto del incremento del nivel del mar, asociados al cambio climático (Carretero *et al.*, 2013; Rapaglia *et al.* 2013).

Kruse y Mas Pla (2009) evalúan los procesos hidrogeológicos y la calidad del agua en acuíferos litorales, exponiendo conceptos que describen la dinámica del agua subterránea en las áreas costeras y los efectos de su explotación. Además, evalúan los procesos de pérdida de calidad del agua por el fenómeno de intrusión marina. Asimismo, teniendo en cuenta que el agotamiento de los recursos con una calidad aceptable establece un límite al crecimiento socioeconómico de las regiones costeras, se proponen alternativas para la recuperación de dichos recursos y evalúan los riesgos ante un escenario de cambio climático.

En el área de estudio, el sistema acuífero se recarga únicamente mediante las precipitaciones. La infiltración se ve condicionada por las áreas impermeabilizadas, que aumentan conforme aumenta la urbanización (Carretero y Kruse, 2010).

La caracterización regional en el partido de Pinamar (Rodrigues Capítulo *et al.*, 2012; Rodrigues Capítulo, 2015) permitió reconocer que el cordón medanoso representa una zona de recarga directa de agua subterránea de carácter autóctono a partir de los excesos de las precipitaciones. La heterogeneidad litológica vertical y horizontal permite que se detecten diferencias de espesor y permeabilidad de los niveles productivos, pero conformando un sistema hidráulico único. El flujo subterráneo hacia las zonas de descarga genera dos interfaces: salobre-dulce hacia el continente y dulce-salada hacia el mar.

Recientemente, Rodrigues Capítulo *et al.* (2017) han analizado la evolución paleoambiental del cordón costero como el factor regulador de las reservas de agua subterránea dulce disponible, y su implicancia y consecuencias en el desarrollo socioeconómico de dos zonas de la costa oriental arenosa bonaerense, una en el sector norte (partido de La Costa) y otra en el sur (partido de Pinamar).

CONSIDERACIONES FINALES

El sistema hidrológico en las regiones noreste y costera de la provincia de Buenos Aires constituye una interfaz entre el ambiente y las necesidades humanas del agua. El conocimiento hidrogeológico resulta clave para definir estrategias de un uso sostenible del recurso hídrico subterráneo (abastecimiento de agua potable, saneamiento, alimentación, desarrollo social). La adopción de un enfoque integral mediante la combinación de la hidrogeología y el desarrollo socioeconómico facilita la evaluación de las relaciones entre el agua subterránea y la sociedad. Ello implica necesariamente considerar no solo cómo las actividades humanas pueden afectar al agua subterránea, sino también cómo el agua subterránea incide en las actividades humanas.

Estos conceptos justifican, para las regiones analizadas, metodologías de estudios que incluyan un conocimiento detallado de las condiciones hidrogeológicas, hidrodinámicas e hidroquímicas. A partir de ello, es posible formular un modelo conceptual apropiado y aplicar un modelo matemático que permita reconocer distintos escenarios de la evolución del uso del agua subterránea, los cambios en la utilización del suelo y de su influencia ambiental. La instalación, operación e interpretación de los datos de redes de monitoreo con una escala de detalle acorde al problema constituye un aspecto central en la metodología.

Como base metodológica resulta de trascendencia la observación de los procesos de urbanización y de cómo varían los diferentes usos a los que está sometida el agua subterránea en las dos regiones analizadas. Es necesario analizar la influencia que tienen dichos procesos sobre las reservas de agua dulce, la recarga y la calidad del agua. A partir de ese conocimiento, se debe planificar la medición de variables, valorar su real influencia hidrológica y plantear el modelado de los procesos de mayor significación.

Resulta imprescindible mantener e implementar redes de medición de las variables hidrológicas en distintos sectores de las regiones noreste y costera, con distintas frecuencias. La medición de niveles freáticos puede ser manual para frecuencias mensuales o semanales, y automática para las diarias o mayores. Si bien la metodología de trabajo debe seguir lineamientos similares a los ya implementados por el CEIDE en cada una de las áreas, existen variables que se deben aplicar y detallar en cada caso particular.

BIBLIOGRAFÍA

- AUGE, M. (2005). "Hidrogeología de La Plata, Provincia de Buenos Aires". En DE BARRIO R. E.; ETCHEVERRY, R. O.; CABALLÉ, M. F. y LLAMBIAS, E. J. (Eds.). *Geología y recursos minerales de la provincia de Buenos Aires. Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino*. La Plata: Asociación Geológica Argentina, pp. 293-312.
- CARRETERO S. y KRUSE, E. (2010). "Modificaciones en las áreas de recarga del acuífero freático en los médanos costeros de San Clemente del Tuyú, provincia de Buenos Aires". *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, vol. 66, n.º 4, pp. 466-474.
- CARRETERO, S. y KRUSE E. (2012). "Relationship between Precipitation and Water-Table Fluctuation in a Coastal Dune Aquifer: Northeastern Coast of the Buenos Aires Province, Argentina". *Hydrogeology Journal*, vol. 20, n.º 8, pp. 1613-1621. doi: 10.1007/s10040-012-0890-y
- CARRETERO, S. y KRUSE, E. (2017). "Hydrological Variations Associated with Geomorphological Changes in a Sand Dune Barrier of the Partido de La Costa, Province of Buenos Aires". En Rabassa, J. (Ed.). *Advances in Geomorphology and Quaternary Studies in Argentina*. Dordrecht: Springer, pp 108-118. doi: 10.1007/978-3-319-54371-0
- CARRETERO, S.; BRAGA, F.; KRUSE, E. y TOSI, L. (2014). "Temporal Analysis of the Changes in the Sand-Dune Barrier in the Buenos Aires Province, Argentina, and their Relationship with the Water Resources". *Applied Geography*, vol. 54, pp. 169-181.
- CARRETERO, S.; DAPEÑA, C. y KRUSE, E. (2011). "Caracterización isotópica de las aguas subterráneas en el norte del Partido de la Costa, provincia de Buenos Aires". En *Libro de resúmenes del XVIII Congreso Geológico Argentino*. Neuquén. Asociación Geológica Argentina (formato CD), pp. 1434-1435.
- CARRETERO, S.; KRUSE, E. y ROJO, A. (2013). "Condiciones hidrogeológicas en Las Toninas y Santa Teresita, Partido de La Costa". En GONZÁLEZ, N.; KRUSE, E.; TROVATTO, M. M. y LAURENCENA, P. (Eds). *Temas actuales en hidrología subterránea 2013*. La Plata, EDULP, pp 28-35.
- CARRETERO, S.; PERDOMO, S.; KRUSE, E. y AINCHIL, J. (2016). "Respuesta eléctrica de la zonación química en un nivel acuífero en la costa arenosa oriental de la Provincia de Buenos Aires". En GARCÍA, R. y MARIÑO, E. (Eds.). *Calidad del agua Subterránea: Actas IX Congreso Argentino de Hidrogeología y VII Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales de la hidrología subterránea*. San Fernando del Valle de Catamarca: Editorial Científica Universitaria, pp 93-100.
- CARRETERO, S.; RAPAGLIA, J.; BOKUNIEWICZ, H.; KRUSE, E. (2013). "Impact of Sea Level Rise on Saltwater Intrusion Length into the Coastal Aquifer, Partido de La Costa, Argentina". *Continental Shelf Research*, vol. 61-62, pp. 62-70. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.csr.2013.04.029>
- DELUCHI, M.; CAROL, E.; MANCUSO, M.; KRUSE, E.; LAURENCENA, P. y ROJO, A. (2011). "Evolución hidrológica en un área urbanizada con explotación de agua subterránea". En AA. VV. *VII Congreso Argentino de Hidrogeología y V Seminario Hispano-latinoamericano sobre temas actuales de la Hidrología Subterránea*. [Soporte digital]. Salta: Asociación Civil Grupo Argentino de la AIH, pp.166-173.

- DELUCHI, M.; KRUSE, E.; LAURENCENA, P.; ROJO, A. y RODRIGUES CAPÍTULO, L. (2010). "Características de la explotación de aguas subterráneas en el noreste de la Provincia de Buenos Aires". En *Memorias del X Congreso ALHSUD. Aguas Subterráneas y Desarrollo Sustentable de los Pueblos Latinoamericanos*. Caracas, Venezuela, 18-22 de octubre de 2010, pp. 1-10.
- FOSTER, S. y MACDONALD, A. (2014). "The 'Water Security' Dialogue: Why it Needs To Be Better Informed about Groundwater". *Hydrogeology Journal*, vol. 22, n.º 7, pp. 1489-1492.
- GARCÍA, J. M. y ZANANDREA, J. (2017). "Dinámica hídrica del acuífero Puelche en la ciudad de La Plata y alrededores. Resultados preliminares". En *IV Congreso Internacional Científico y Tecnológico*. CIC. En prensa.
- GREY, D. y SADOFF, C. (2007). "Sink or Swim? Water Security for Growth and Development". *Water Policy*, vol. 9, pp. 545-557.
- KRUSE, E. y MAS PLA, J. (2009). "Hydrological Processes and Water Quality in Coastal Aquifers". En MAS PLA, J. y ZUPPI, G. (Eds.). *Gestión ambiental de áreas costeras*. Barcelona: Rubes Editorial, pp. 29-53.
- KRUSE, E.; CAROL, E.; MANCUSO, M.; LAURENCENA, P.; DELUCHI, M y ROJO, A. (2013). "Recharge Assessment in an Urban Area: a Case Study of La Plata, Argentina". *Hydrogeology Journal*, vol. 21, pp. 1091-1100.
- KRUSE, E.; SARANDÓN, R. y GASPARI, F. (2014). *Impacto del cambio climático en el Gran La Plata*. La Plata: Edulp.
- KRUSE, E.; VARELA, L.; LAURENCENA, P.; DELUCHI, M.; ROJO, A. y CAROL, E. (2004). "Modificaciones del ciclo hidrológico en un área del noreste de la provincia de Buenos Aires, Argentina". En Junta Directiva AIH-GE. *El agua y la ciudad sostenible: hidrología urbana*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, pp. 131-138.
- LAURENCENA, P.; DELUCHI, M.; ROJO, A. y KRUSE, E. (2010). "Influencia de la explotación de aguas subterráneas en un sector del área periurbana de La Plata". *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, vol. 66, n.º 4, pp. 484-489.
- MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PRODUCTIVA (2012). *Recursos hídricos: documento de referencia*. Plan Argentina Innovadora 2020, República Argentina. Recuperado de <<http://www.argentinainnovadora2020.mincyt.gov.ar/wp-content/uploads/2013/03/Recursos-hidricos2016.pdf>>.
- PERDOMO, S.; CARRETERO, S.; KRUSE, E. y AINCHIL, J. (2013). "Identificación de la intrusión salina en Santa Teresita (Buenos Aires), mediante la aplicación de métodos eléctricos". En GONZÁLEZ, N.; KRUSE, E.; TROVATTO, M. M. y LAURENCENA P. (Eds.). *Temas actuales en hidrología subterránea 2013*. La Plata: Edulp, pp. 44-49.
- POUSA, J.; KRUSE, E.; TOSI, L.; GUARAGLIA, D.; BONARDI, M.; RIZZETTO, F. y SCHNACK, E. (2007). "Coastal Processes and Environmental Hazards: The Buenos Aires (Argentina) and Venetian (Italy) Littorals". *Environmental Geology*, vol. 51, pp. 1307-1316.

- RAPAGLIA J.; BOKUNIEWICZ H.; KRUSE, E. (2013). "Impact of Sea Level Rise on Saltwater Intrusion Length into the Coastal Aquifer, Partido de La Costa, Argentina". *Continental Shelf Research*, vol. 61-62, pp. 62-70. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.csr.2013.04.029>
- RODRIGUES CAPÍTULO, L. (2015). *Evaluación geohidrológica en la región costera oriental de la Provincia de Buenos Aires. Caso de Estudio: Pinamar* (tesis doctoral). Universidad Nacional de La Plata, La Plata.
- RODRIGUES CAPÍTULO, L.; CARRETERO, S. y KRUSE, E. (2017). "Comparative Study of Urban Development and Groundwater Condition in Coastal Areas of Buenos Aires, Argentina". *Hydrogeology Journal*. doi: 10.1007/s10040-017-1544-x
- RODRIGUES CAPÍTULO, L.; KRUSE, E. y DE BERNARDI, P. (2012). "Influencia de la evolución geomorfológica Pleistocena-Holocena en la dinámica del acuífero medanoso costero de Pinamar". En DEGIOVANNI, S. y ANDREAZZINI, M. J. (Coord.). *V Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología*. Río Cuarto: Universidad Nacional de Río Cuarto, pp. 263-272.
- UNITED NATIONS UNIVERSITY (2013). *Water Security and the Global Water Agenda*. Ontario: Institute for Water, Environment & Health (UNU-INWEH).