

Condiciones hidrogeológicas en Las Toninas y Santa Teresita, Partido de La Costa

Silvina Carretero^{1,2}, Eduardo Kruse^{1,2}, Adolfo Rojo^{1,3}

¹ Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Cátedra de Hidrología General. Calle 64 n° 3. La Plata. Tel. 221-4249049 int. 14

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

³ Comisión de Investigaciones Científicas.

Mail de contacto: scarretero@fcnym.unlp.edu.ar

RESUMEN

La costa oriental bonaerense carece de un plan de monitoreo hidrodinámico e hidroquímico del acuífero de agua dulce, a pesar de ser la única fuente de agua potable. Se presenta una actualización del comportamiento de las aguas subterráneas en Las Toninas y Santa Teresita en relación a estudios previos de hace más de 25 años. Se construyeron mapas de flujo y de conductividad eléctrica con datos históricos (1987) y mediciones actuales (2012). El volumen de agua dulce disminuyó en un 30%. Si bien la salinidad mantiene sus rasgos generales, con un menor contenido salino en el médano (<1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y un incremento hacia el oeste (3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$), se detectó un proceso de salinización en Santa Teresita (11800 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Las modificaciones descritas se relacionan con factores antropogénicos, siendo necesario un plan de explotación sustentable que permita minimizar los efectos negativos que disminuyen la cantidad y calidad de agua dulce.

Palabras clave: acuífero costero, reservas de agua dulce, intrusión salina, modificaciones antropogénicas, Partido de La Costa.

ABSTRACT

Along the eastern coast of Buenos Aires there is a lack of hydrodynamic and hydrochemical monitoring for the freshwater aquifer despite it is the only source of drinking water. An update on the groundwater behavior in Las Toninas and Santa Teresita is presented in relation with previous studies older than 25 years. Groundwater flow and electrical conductivity maps were drawn using historical data (1987) and current measurements (2012). The volume of freshwater has reduced by 30%. Although salinity maintains its general characteristics, with a lower concentration in the dunes (<1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$) rising to the west (3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$), a salinization process was detected in Santa Teresita (11800 $\mu\text{S}/\text{cm}$). The described modifications are related to anthropogenic factors making a sustainable exploitation plan necessary which allows for reducing the negative effects on the quantity and quality of the groundwater.

Keywords: coastal aquifer, groundwater reserves, saltwater intrusion, anthropogenic modifications, Partido de La Costa,

Introducción

A nivel internacional, las regiones costeras adquieren importancia por la población que albergan y las actividades económicas que se desarrollan. Los acuíferos costeros tienen ciertas características que los hacen especialmente relevantes: son la principal, y muchas veces única, fuente de agua dulce para abastecimiento a poblaciones, industrias y áreas agrícolas.

Los cambios hidrológicos naturales o inducidos por la acción del hombre adquieren significación debido a que la urbanización y la extracción de agua tienen una influencia directa en el flujo subterráneo y el balance hídrico.

Estas condiciones hacen que sea imprescindible un seguimiento detallado del comportamiento de las aguas subterráneas. Sin embargo existen sitios en donde se manifiesta una falta de conciencia sobre la importancia de los recursos naturales en general, y del recurso agua en particular. Este es el caso de la costa oriental bonaerense, donde a pesar del fuerte crecimiento socioeconómico que caracteriza esta región, en casi treinta años no existió un monitoreo y control de la evolución de las aguas subterráneas.

En el Partido de La Costa (Provincia de Buenos Aires) los estudios que caracterizan el estado hidrogeológico se refieren al trabajo del Consejo Federal de Inversiones (1990), a

excepción de la localidad de San Clemente del Tuyú donde existen aportes más recientes (desde 2006) (Carretero, 2011).

Frente a esta situación en 2012 se ha encarado una tarea de actualización del estado de los recursos hídricos subterráneos en Las Toninas y Santa Teresita.

El objetivo de este trabajo es presentar resultados preliminares de dicha actualización, incluyendo la evolución de los niveles freáticos y de la conductividad eléctrica del agua.

Área de estudio

El área de estudio se localiza en el Partido de la Costa, Provincia de Buenos Aires (Figura 1) sobre una franja de dunas costeras que aumentan su expresión topográfica de norte a sur.

En el contexto geológico regional la evolución costera durante el Pleistoceno-Holoceno estuvo vinculada a las oscilaciones glacioeustáticas. La alternancia de periodos glaciales e interglaciales produjo las regresiones-transgresiones que modelaron el sustrato por erosión y superpuso sedimentos litorales (Violante et al, 2001).

Se reconocen dos ambientes geomorfológicos: cordón costero y llanura continental, que condicionan el comportamiento hidrodinámico e hidroquímico de las aguas subterráneas (Carretero et al., 2013)

El cordón costero se extiende desde Punta Rasa hacia el sur con un ancho promedio de 2 km hasta Punta Médanos donde alcanza los 4 km y se caracteriza por la presencia de sedimentos compuestos por arenas finas que aumentan el tamaño de grano de norte a sur (Spalletti y Mazzoni, 1979). Este ambiente se divide en playa y médano, siendo la zona de playa rectilínea con un ancho entre 50 y 150 m y pendientes suaves hacia el este. Son costas en construcción, sin barrancas, con playa arenosa. Los médanos que se encuentran emplazados al oeste de la playa que les da origen, son bajos y fijados por escasa vegetación. Los suelos del cordón costero son arenosos, sin desarrollo, excesivamente drenados e inestables.

La llanura continental se desarrolla al oeste del cordón costero con cotas inferiores a 5 msnm, predominando los materiales limosos y arcillosos con zonas de escasa pendiente e inundable, presentando cañadones en dirección sudeste-noroeste por donde drenan las aguas hacia la Bahía de Samborombón.

A partir de la descripción geomorfológica surge el modelo hidrodinámico, donde el cordón costero es la zona de recarga principal, la

conducción se efectúa en un corto tramo, y se da la descarga en dos direcciones opuestas, una hacia el mar y la otra al oeste hacia la llanura continental.

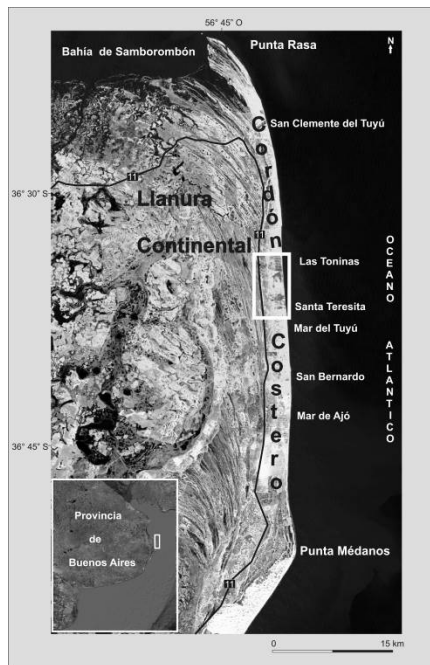


Figura 1. Área de estudio

El acuífero principal de agua dulce está constituido por arenas de médanos superpuestas a arenas de barrera, de espesor promedio de 10 m, variable entre 7 y 20 m según la altura del médano y está limitado por dos interfaces, hacia el continente agua dulce-agua salobre y hacia el mar, agua dulce-agua salada (Figura 2). Esta unidad limita hacia abajo y al oeste con una unidad acuitardo/acuíclodo compuesta de arcillas y arcillas arenosas (2,5 - 5 m). A mayor profundidad, desde los 7 mbnm (metros bajo el nivel el mar) en Mar de Ajó y 11 mbnm en Santa Teresita hay un sistema acuífero semiconfinado arenoso y con arenas limoarcillosas que contiene agua dulce en el sector de Punta Médanos y, hacia el norte, agua de alta salinidad. Desde Las Toninas hacia Punta Rasa desaparece transformándose en un acuitardo/acuíclodo con lentes de agua de elevada salinidad. Esta unidad se apoya sobre una unidad de baja permeabilidad caracterizada por arcillas plásticas del pleistoceno (González Arzac et al., 1992)

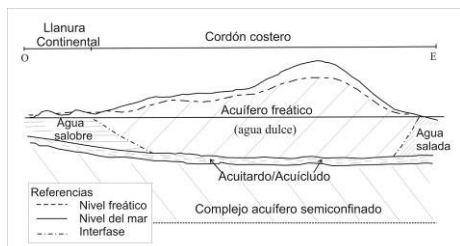


Figura 2. Esquema hidrogeológico.

El clima es húmedo; mesotermal (templado); con nulo a pequeño déficit de agua, y concentración estival de la eficiencia térmica menor del 48 %, según la clasificación de Thornthwaite (Consejo Federal de Inversiones, 1990). El 60% de las precipitaciones ocurre de octubre a marzo. La temperatura media anual es de 14,5 °C, la humedad relativa promedio es del 85%. La frecuencia de vientos es muy variable, aunque predomina la dirección este.

La recarga al sistema hidrogeológico se origina por los excesos de las precipitaciones cuya media es de 1000 mm/año.

Santa Teresita y Las Toninas no poseen servicio de agua potable y la población se abastece mediante pozos domiciliarios individuales, sin tratamiento del agua. En cuanto a la red cloacal, existen cooperativas que aportan este servicio.

Materiales y métodos

Se realizaron tareas de reconocimiento, evaluándose las características geomorfológicas, hidrogeológicas y de uso del suelo. Se diseñó una red de monitoreo con el fin de realizar mediciones periódicas, la cual está compuesta de 12 pozos en Las Toninas y 11 pozos en Santa. Teresita. En septiembre de 2012 se muestrearon pozos domiciliarios en coincidencia con el censo realizado por el CFI (Consejo Federal de Inversiones) en 1987 y se compararon los valores de conductividad eléctrica del agua. Las mediciones de

profundidad se efectuaron en pozos de la red de monitoreo instalada.

Se estimaron los balances hídricos mensuales, mereciendo especial atención los meses previos a los relevamientos de agosto de 1987 y septiembre de 2012. El balance hídrico se calculó según la metodología de Thornthwaite y Mather (1955) en base a los datos de precipitación de la estación del SMN Dolores y de un pluviómetro localizado en San Clemente del Tuyú, utilizando los valores de ET_0 (evapotranspiración de referencia) media diaria estimadas según el método de Penman-Monteith (Allen, 1998).

A partir de los datos históricos (1987) y actuales (2012) se construyeron mapas de curvas isofreáticas y de isocontenidos de conductividad eléctrica. Se estimó el volumen de agua dulce almacenada por encima de 0 msnm y la variación en el lapso estudiado, por medio de un mapa de isovariaciones. La estimación de los volúmenes de agua se realizó mediante el uso de una herramienta SIG (Sistema de Información Geográfica), utilizando los valores de área de cada píxel y el área de cada rango de variación. Se consideró el valor medio de las curvas de isovariación y una porosidad efectiva del 10%.

También se estimó, para cada año, el volumen de agua para consumo de acuerdo a la cantidad de habitantes, considerando un valor medio de 200 L/d por persona según Planas et al. (2000).

Resultados

Niveles freáticos

En los mapas de flujo de 1987 y 2012 (Figura 3), se observan dos áreas elevadas en la morfología freática localizadas en el sector central del cordón costero. En 1987, la superficie freática desarrollada en el rango de los 1,5 y 5 msnm presentaba estos domos entre las curvas de 3,5 y 4,5 msnm en el sector norte, y entre 4 y 5 msnm en el sur. En cambio en 2012, los valores oscilan entre 0 y 3,5 msnm y las áreas elevadas se ven notablemente reducidas.

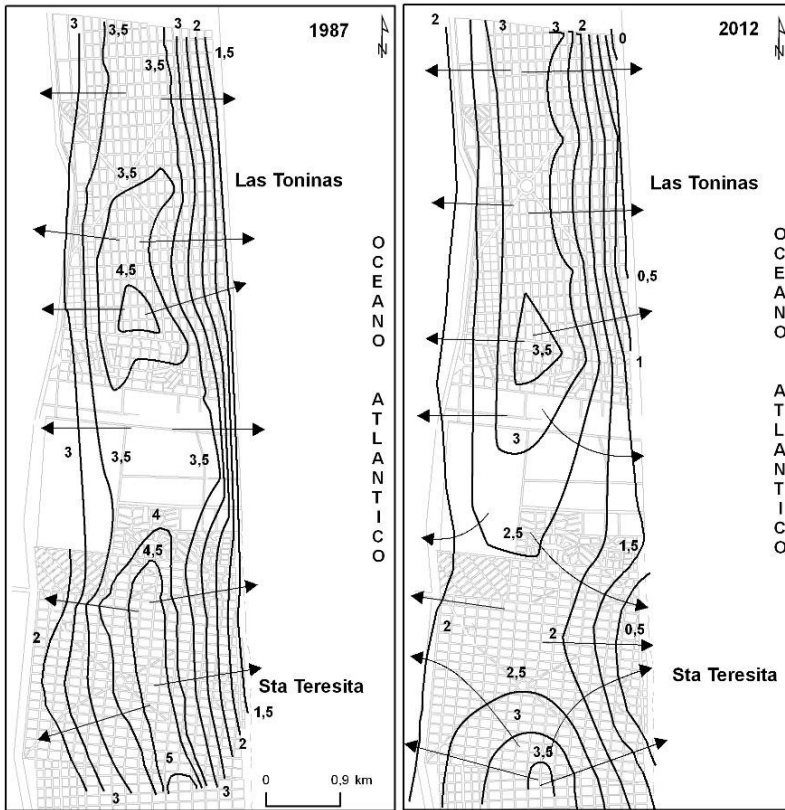


Figura 3. Mapa de curvas isofreáticas (en msnm)

Los excesos de agua en el balance hídrico entre enero y agosto de 1987 (fecha de medición de niveles) fueron de 236 mm, mientras que entre enero y septiembre de 2012 (medición de niveles) fueron de 247 mm. Los excesos durante el mes previo a la medición fueron muy superiores en 2012, lo cual permitiría asumir una capa freática más elevada. Sin embargo, los niveles se encuentran más profundos que en 1987. Las precipitaciones medias y sus excesos, como fuente de ingreso al sistema hídrico se han mantenido en el tiempo y se considera que no serían responsables de las fluctuaciones en las reservas de agua subterránea (Carretero y Kruse, 2010).

En el mapa de isovariación (Figura 4) entre agosto de 2012 y julio de 1987 se observa una profundización de la capa freática de hasta 2,5 m. Si bien en ambas localidades la profundización de los niveles es manifiesta, es de mayor significación en Santa. Teresita.

Tabla 1. Balance hídrico. Valores en mm

	Precip.	ETP	ETR	Excesos
Ago				
1987	100	36	27	43
Sep				
2012	265	80	68	102

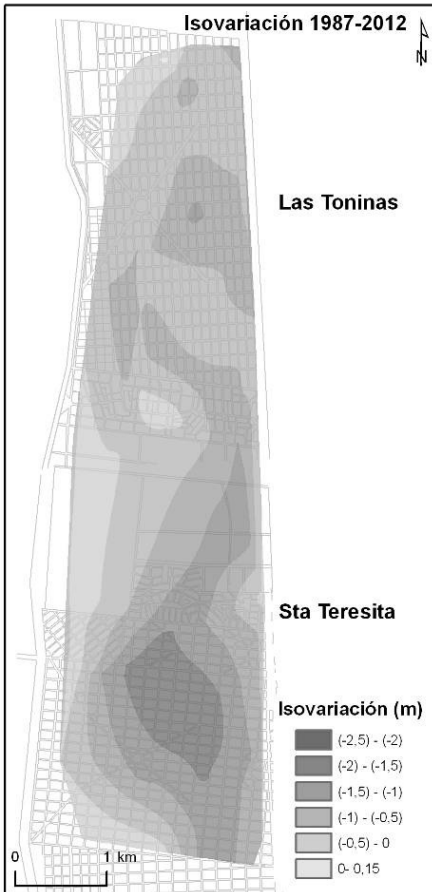


Figura 4. Mapa de isovariación para el periodo (1987-2012)

Hidroquímica

En 1987 el agua de menor salinidad situada en la zona de médanos presenta valores de conductividad eléctrica que se encuentran por debajo de los 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, oscilando entre 500 y 1300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ mientras que hacia el oeste, en la transición con el ambiente de llanura continental se produce un incremento, llegando a 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Figura 5).

En 2012 esta distribución de los valores generales no sufrió cambios, pero se ha detectado un proceso de salinización en el área de la costanera de Santa Teresita con valores de conductividad eléctrica superiores a 11000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

El sector donde se ha producido la salinización, presentaba en 1987 un agua con conductividad de 1100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ la cual en 2012 se incrementó llegando a un máximo de 11800 $\mu\text{S}/\text{cm}$. El área afectada de acuerdo al mapa es de 0,7 km^2 . Sin embargo el frente salino ha avanzado no solo en este sector sino a lo largo de 1 km sobre la costanera y ha afectado a las viviendas que se encuentran sobre esta avenida, lo cual fue reconocido mediante métodos geofísicos (Perdomo et al, 2013).

Esta salinización se produjo en el área con mayor densidad de urbanización, donde se localizan grandes edificios y hoteles que extraen importantes caudales de agua para consumo. Una vez detectado el problema se ha proyectado anexas dos nuevos pozos a la red de monitoreo en la zona afectada para seguimiento de la evolución del avance salino.

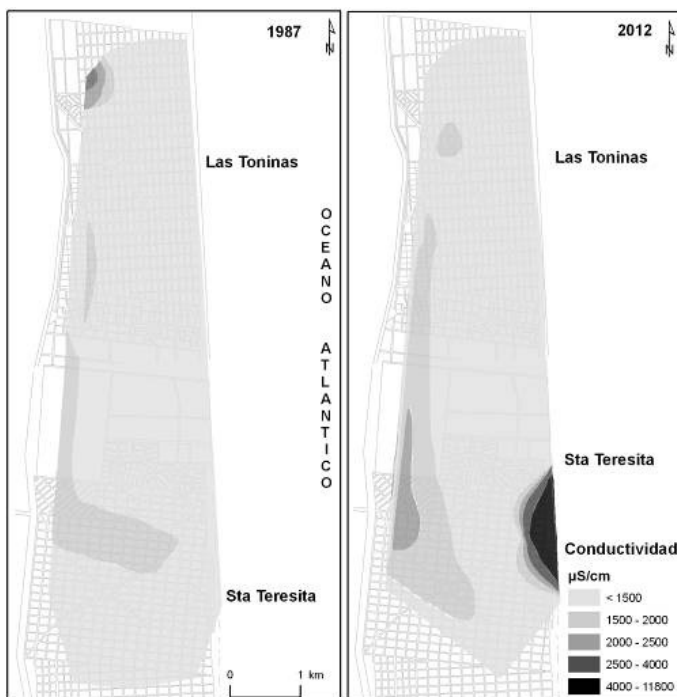


Figura 5. Mapa de isotenores de conductividad eléctrica

Discusión

La región estudiada presenta una alta significación económica por su actividad turística, donde el sistema hidrogeológico debe abastecer las necesidades de toda la población. Los habitantes se autoabastecen de agua instalando sus propios equipos de bombeo, no existiendo un control de los caudales de extracción ni de la calidad del agua. Se reconoce una tendencia al incremento poblacional lo cual está estrechamente ligado a las necesidades de consumo de agua.

La población para Las Toninas en 1987 era del orden de los 1600 habitantes y para Santa Teresita de 9000 (INDEC, 1991). El último dato censal del INDEC por localidades (2001) da como resultado 3600 y 14000 habitantes para Las Toninas y Santa Teresita respectivamente. Para 2010 no se han publicado las estadísticas por localidades, pero se calcula un 15% de incremento total en todo el Partido de La Costa. Aplicando este factor a los datos de 2001, se estima que Santa Teresita poseía unas 5,5 veces la cantidad de habitantes que Las

Toninas en 1987, en la actualidad esta relación es de 4 veces.

La relación población-consumo también se ha incrementado en el periodo 1987-2012. En Las Toninas se multiplicó en un factor de 2,6, y en 1,8 en Santa Teresita.

El fenómeno de descenso de la capa freática y salinización próxima a la costa en el tiempo se relaciona con una mayor cantidad de habitantes y consecuentemente una mayor extracción del agua subterránea para consumo (Tabla 2).

Tabla 2. Cantidad de habitantes y consumo estimado de agua.

		1987	2010
Las Toninas	habitantes	1600	4100
	consumo anual (hm ³)	0,12	0,30
Santa Teresita	habitantes	9000	16100
	consumo anual (hm ³)	0,66	1,18

La estimación del volumen de agua dulce para la situación inicial de 1987 es de 6,3 hm³. Contrastando esta situación con 2012 cuyo volumen fue de 4,3 hm³ y utilizando el mapa de variaciones, se estima que las reservas disponibles han disminuido en el orden del 30 % en 25 años. Este valor es superior a lo calculado para un período similar en la localidad vecina de San Clemente del Tuyú el cual resultó ser de 21%.

De acuerdo a lo planteado, es evidente que el recurso hídrico ha sufrido modificaciones. Estas alteraciones han sido advertidas a lo largo del tiempo por la misma población quienes reportan la escasez de agua en algunos períodos, especialmente en la época de verano. Esto ha llevado a la construcción de perforaciones a mayor profundidad. El proceso de salinización también ha sido reconocido por los habitantes, quienes desconocen la causa real de tal fenómeno. Existe una falta total de conocimiento del sistema por parte de los mismos usuarios, de lo que surge la necesidad de instruir a la población sobre la problemática con la cual conviven.

La situación descripta debe ser estudiada, analizada y utilizada como base para una planificación conciente del uso de los recursos y la única manera de hacerlo correctamente es por medio de un sistema de monitoreo.

Conclusiones

Se reconoció una disminución (del orden del 30%) en el volumen de agua dulce almacenada en el acuífero freático. Dada la similitud climática para los dos períodos analizados (1987 y 2012) y en particular en los meses previos a las mediciones, esta reducción se relaciona con factores antropogénicos. El aumento de la población estable así como el incremento debido al turismo generan un aumento en el consumo del agua. Una mayor cantidad de habitantes se traduce en un mayor número de viviendas lo cual aumenta la superficie impermeabilizada del médano e incrementa el escurrimiento superficial, disminuyendo la infiltración que es la única fuente de recarga de las aguas subterráneas.

Existe la manifestación de un área salinizada que se puede relacionar con una explotación excesiva del agua subterránea sobre el frente costero en donde se asientan edificios de gran porte y hoteles. En el resto de la zona no se observan variaciones de importancia en la distribución de la conductividad eléctrica del agua a través del tiempo. Se diferencian dos calidades de agua

de acuerdo a la ubicación geomorfológica. Agua de baja salinidad en el sector de médanos y de alta salinidad en la transición con la llanura continental hacia el oeste.

Las localidades estudiadas no poseen servicios que provean de agua potable a la población y ayuden a atenuar la ingesión de la cuña salina. Se advierte la necesidad de continuar con las tareas de actualización del estado hídrico, realizando monitoreos periódicos tanto de los niveles como de la calidad química del acuífero, siendo necesario enfatizar estudios de mayor detalle en la zona salinizada.

Es necesario un plan de gestión sustentable que posibilite conservar y recuperar el agua subterránea dulce y esencialmente evitar la reducción de su volumen y el empobrecimiento de la calidad química, que resulta muy grave en algunos sectores.

Referencias

- Allen R.G., Pereira L.S., Raes D. y Martin Smith M. 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Papers 56, Roma, p 300.
- Carretero S. Comportamiento hidrológico de las dunas costeras en el sector nororiental de la provincia de Buenos Aires. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. Argentina, 2011. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/search/request.php?id_document=ARG-UNLP-TPG-0000002075&request=request
- 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. 66 (4): 466-474.
- Carretero S., Dapeña C. y Kruse E. 2013. Hydrogeochemical and isotopic characterisation of groundwater in a sand-dune phreatic aquifer on the northeastern coast of the province of Buenos Aires. *Isotopes in Environmental & Health Studies*. DOI: 10.1080/10256016.2013.776557
- Consejo Federal de Inversiones. 1990. Evaluación del Recurso Hídrico Subterráneo de la Región Costera Atlántica de la Provincia de Buenos Aires Región I Punta Rasa-Punta Médanos. Informe Final Tomo IV Caracterización climática y Balance Hidrológico. CFI, 177 p.
- González Arzac, R., Vizcaíno A. y Francisco Campos A. 1992. Acuíferos costeros de la provincia de Buenos Aires; sector Punta Rasa

- Punta Médanos, parte I, hidrogeología, hidrodinámica e hidráulica. Buenos Aires; CFI; (Serie investigaciones aplicadas, 4) 36 p.
- INDEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina). Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas [en línea]. Buenos Aires, INDEC, 1991, 2001, 2010 [citado el 15 de febrero de 2012]. Disponible en: <http://www.indec.gov.ar>
- 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. Congreso Argentino de Hidrogeología y del VI Seminario Latinoamericano. La Plata.
- Planas A.C., Gaviño Novillo M., Mendiburo N., Calcagno A., y Urbano Jáuregui L. 2000. Informe sobre la gestión del agua en la República Argentina. Buenos Aires, JVP Consultores, pp. 146.
- Spalletti L.A. y Mazzoni M.M. 1979. Caracteres granulométricos de arenas de playa frontal, playa distal y médano litoral atlántico bonaerense. Revista de la Asociación Geológica Argentina. 34(1):12-30.
- Thornthwaite C. y Mather J. 1955. The water balance. *Climatology* 8:1-37
- Violante R.A., Parker G. y Cavalotto J.L. 2001. Evolución de las llanuras costeras del este bonaerense entre bahía Samborombón y la laguna Mar Chiquita durante el Holoceno. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 56 (1): 51-66