

RELACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y PROBLEMÁTICAS EN EL USO DEL TERRITORIO EN HUMEDALES DE LA FRANJA COSTERA, CUENCAS DEL NE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Trovatto, M. M.^a, Balduzzi M. A.^a, Gil J.^a, Salvioli M. L.^b, Cipponeri M.^b, Calvo G.^b

^aFacultad de Ciencias Naturales y Museo, CEIDE, UNLP, ARGENTINA

^bUIDET Gestión Ambiental, Dpto. Hidráulica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Buenos Aires, ARGENTINA

e-mail: mmtrovatto@fcnym.unlp.edu.ar

RESUMEN

En el ámbito de las cuencas de los arroyos Conchitas – Plátanos y Baldovinos, ubicadas en el NE de la provincia de Buenos Aires, se reconoce un acentuado proceso de ocupación antrópica en el sector medio e inferior de las cuencas, y planicie costera del Río de la Plata, lugar donde se ubica la Reserva Costera de Hudson. Las actividades que se desarrollan en el área se abastecen de agua subterránea extraída principalmente del acuífero semiconfinado Puelche (para usos doméstico, agrícola intensivo, industrial y recreativo) y en menor medida, del acuífero Pampeano (uso florihortícola). Con base en el uso de imágenes satelitales, y de registros de profundidad de los niveles de agua subterránea y parámetros físico-químicos in situ, se estudia y analiza la relación del recurso hídrico y la ocupación efectiva del territorio, a través de modelos conceptuales de funcionamiento hidrológico. Se identifica una tendencia creciente, tanto en áreas destinadas a uso residencial con aumento en el número de barrios cerrados, como en la actividad florihortícola bajo cubierta. Este trabajo plantea la necesidad de un control o monitoreo frecuente de la profundidad de los niveles y calidad del agua subterránea, para registrar su evolución y relación con el humedal.

Palabras Clave: Uso del Territorio, Humedal, Monitoreo, Acuíferos

INTRODUCCIÓN

En el ámbito de las cuencas de los arroyos Conchitas – Plátanos y Baldovinos, ubicadas en el NE de la provincia de Buenos Aires, se identifica la ocupación antrópica del territorio, en un proceso que abarca el sector medio e inferior de las cuencas, y en avance hacia la Llanura costera del Río de la Plata.

Con el motivo de caracterizar el agua subterránea y el sistema acuífero en las cuencas mencionadas, y evaluar su evolución temporal en cantidad y calidad, se han desarrollado proyectos de investigación en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo y Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional de La Plata, durante los períodos 2013-2014 y 2017-2020, tal como lo acreditan los trabajos de Trovatto et al (2013, 2015), Calvo et al (2014, 2015), y las tesinas de licenciatura, finalizadas (Balduzzi, 2020) y en ejecución.

El agua subterránea en la naturaleza juega un papel fundamental al aportar caudal de base a los ríos, humedales, ecosistemas hídricos, y proporcionar servicios ecológicos de valor social y económico. Desde el punto de vista del hombre es un recurso vital, económico, reserva a largo plazo, y es soporte de servicios de los ecosistemas utilizados (Custodio, 2018).

Para su evaluación resulta necesario el estudio de los insumos que integran el ciclo hidrológico, su identificación e influencia en el sistema, con la precipitación como

componente principal, la evapotranspiración, la infiltración y el escurrimiento fluvial, aportado este último en los ambientes de clima húmedo por las precipitaciones y/o el caudal básico de las aguas subterráneas. Este aporte subterráneo se reconoce además en la descarga natural local en humedales o cuerpos de agua superficial, presentes en el área de estudio y descritos por Deluchi et al (2019). La influencia o predominio de cada uno de los insumos en el ciclo hidrológico se verá modificada a partir de las diferentes actividades antrópicas, tales como la expansión urbana e impermeabilización de los suelos, cambios en la topografía o relieve por construcción de lagunas artificiales, modificación de la traza de cursos superficiales y área de humedales, extracción de agua subterránea por bombeo para abastecimiento público, riego intensivo o bajo cubierta, uso industrial y recreativo. En particular, Aguirre Pacheco (2019) describe la afectación de los humedales y del bosque nativo ribereño, conocido también como Reserva de Hudson.

El objetivo del trabajo es presentar la relación del uso del recurso subterráneo, la ocupación efectiva del territorio (desarrollos inmobiliarios principalmente) y los humedales costeros, a través de un modelo conceptual de funcionamiento con los insumos del ciclo hidrológico intervinientes y su influencia en el sistema en estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales y métodos empleados incluyeron tareas de gabinete y campo. En las primeras se trabajó en la caracterización climática, geomorfológica, hidrológica superficial y subterránea. Se emplearon imágenes satelitales para identificar los usos del territorio y su relación con el estado de los humedales, además de la planificación de las tareas de campo, tales como el censo de perforaciones y selección de sitios de registro de profundidad del agua subterránea y de parámetros fisicoquímicos in situ. Se consultó la página web interactiva Sentinel Hub, con base en la misión Sentinel-2 L1C y sus 13 bandas, que permite la obtención de imágenes multiespectrales y la realización de filtros de alta resolución. Se efectuó una composición de bandas infrarrojo color (8, 4, 3) para dos posiciones temporales, correspondientes al mes de octubre del año 2015 y octubre del año 2020, con el fin de observar los cambios en la vegetación existente en el área de estudio. En lo que respecta a las tareas de campo, durante el período Mayo-Junio del año 2019 fue realizado el censo de perforaciones y fuentes de agua subterránea preexistentes, tanto en el acuífero libre como en el acuífero semiconfinado infrayacente. Se registraron niveles freáticos y piezométricos en perforaciones de particulares, y se integraron a los datos de niveles de la batería de extracción para abastecimiento público provistos por el Municipio de Berazategui. A partir de la identificación y actualización de los diferentes usos del territorio, la recopilación y análisis de información socioeconómica, demográfica, perfiles geológicos e hidrogeológicos, y la medición e interpretación de niveles de agua subterránea y parámetros fisicoquímicos in situ, se elaboraron modelos conceptuales del comportamiento del sistema geohidrológico. Se conformaron esquemas con las principales unidades hidrogeológicas, considerando los acuíferos someros, representados por el acuífero freático o libre y acuífero semiconfinado, y la unidad acuitarda interpuesta. Se estableció la base del sistema geohidrológico en el piso del acuífero semiconfinado, y como límite superior, la posición de la superficie del terreno, con los principales insumos del ciclo hidrológico.

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área comprendida en este trabajo cubre una superficie de 60 km² en un ambiente de llanura, que abarca el sector medio e inferior de las cuencas de los arroyos Conchitas-Plátanos y Baldovinos, dentro del partido de Berazategui (ver Fig. 1).

Limita al nor-noreste con el Río de la Plata, al este - sureste con los partidos de Ensenada y La Plata, al sur -suroeste con el partido de Florencio Varela, y al oeste-noroeste con los partidos de Florencio Varela y Quilmes

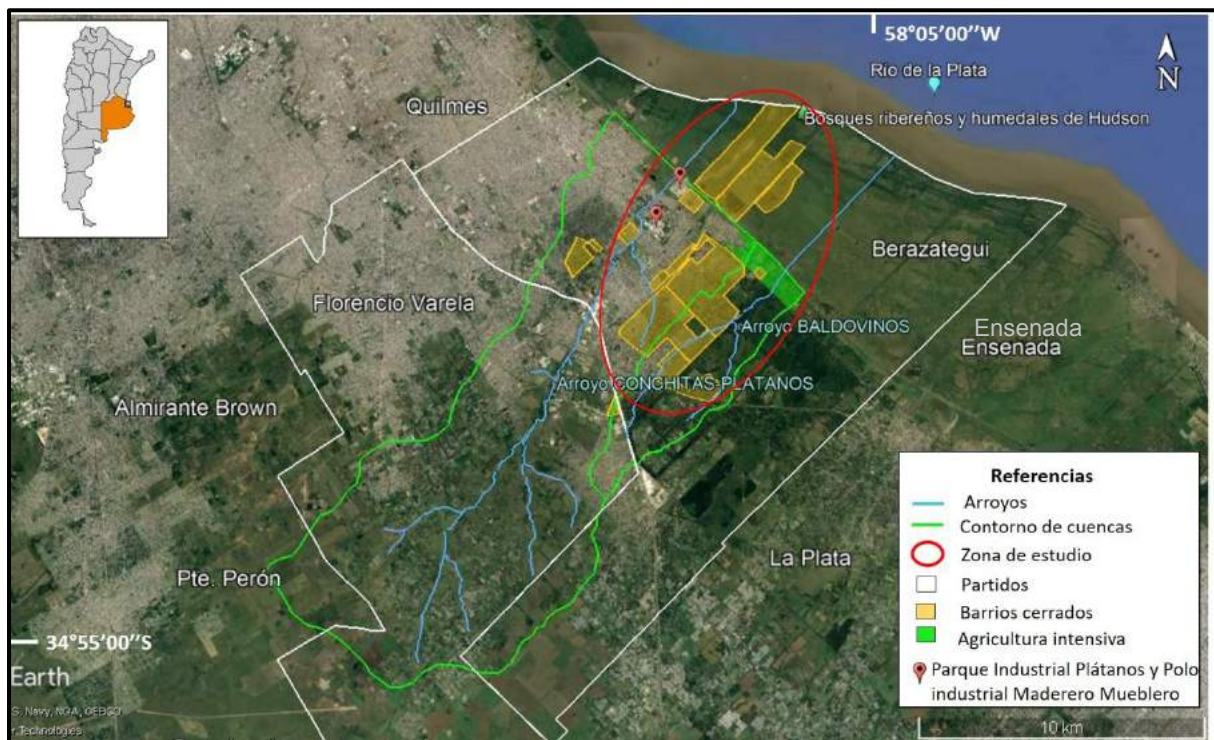


Figura 1: Ubicación de las cuencas Conchitas-Plátanos y Baldovinos

El clima de la región se caracteriza por ser subhúmedo-húmedo mesotermal, con nula o pequeña deficiencia de agua y baja concentración térmica estival; la temperatura media anual es de 16,3 C°, registrada en la estación La Plata Observatorio para el módulo 1909-2019. Las máximas temperaturas se distribuyen en el trimestre diciembre - enero (verano) y las mínimas (invierno) en el trimestre junio - agosto, respondiendo ambas a un patrón estacional. De acuerdo a Balduzzi (2020) la precipitación media anual para el período es de 1049 mm/año y la evapotranspiración real de 793 mm/año con excesos hídricos anuales de 256 mm, distribuidos entre los meses de abril a noviembre, con el máximo medio mensual en julio (46 mm).

Respecto a la geomorfología del área de estudio, se ubica dentro de la subregión Pampa Ondulada, en el noreste de la Provincia de Buenos Aires, siendo una franja elongada de dirección noroeste-sureste caracterizada por una pendiente topográfica, generalmente menor al 2% (Fidalgo, 1992). Dentro de esta subregión, las cuencas de los arroyos involucrados, de rumbos predominantes suroeste-noreste, están comprendidas en dos grandes geoformas (ver Fig 3): la Llanura Alta (Cavallotto, 2002), también denominada en estudios recientes como Llanura Loésica (Carol et al., 2017); y la Llanura Costera del Río de la Plata (Cavallotto, 1995) y (Fucks, 2017).

La Llanura loésica se caracteriza por el modelado fluvial que desarrolló un paisaje ondulado sobre depósitos de loess pampeano. Esta geoforma presenta cotas topográficas de 5 m s. n. m. (metros sobre el nivel del mar) en la zona que limita con la llanura costera, y de 30 m s. n. m. en los sectores de cabeceras de las cuencas. Incluye dos unidades geomorfológicas menores:

- La planicie de inundación de los arroyos, se localiza en sus márgenes y es ocupada por el desborde de las aguas durante grandes lluvias. Se caracteriza por ser alargada con su eje

mayor paralelo a la dirección del escurrimiento superficial, ocupada generalmente por asentamientos urbanos e industriales.

- El interfluvio convexo ocupa gran parte de las cuencas, se desarrolla entre las planicies de inundación de los arroyos y está constituido por material loésico.



Figura 2: Principales Unidades Geomorfológicas

La Llanura costera, se extiende en forma de faja paralela a la costa del Río de la Plata entre las cotas de 0 y 5 m s. n. m. Se encuentra ubicada entre la Llanura Loésica y el Estuario del Río de la Plata. Está constituida por sedimentos estuáricos-marinos depositados durante los últimos eventos transgresivos-regresivos holocenos de aumento del nivel del mar y dinámica normal del estuario actual, sumado a los eventos extraordinarios de crecida y sudestadas. Presenta áreas deprimidas y bañados (humedales) como también cursos de agua de drenaje anárquico, poco definidos. Se reconocen dos subgeoformas principales:

- la Llanura de marea relictual de mayor representación areal, se encuentra ubicada hacia el noreste del área de estudio, entre la Llanura Loésica y la línea de cordones litorales cercanos a la costa. Presenta secuencias sedimentarias de arenas, limos y arcillas, con una superficie plano-cóncava pobremente drenada, y desarrollo de bañados o pantanos no integrados que constituyen en algunos sectores un verdadero hidrótopo cubierto por pajonales (Cavalloto, 1995). Una sucesión de paleolíneas de costa vinculadas al descenso del nivel del mar, presentan una orientación (paralelos a la línea de costa actual) que permite inferir una secuencia progradante hacia el NE. Las mismas contribuyen al anegamiento y déficit de drenaje del agua de los arroyos provenientes de la Llanura Loésica que drenan hacia el río de La Plata (Fucks et al. 2017). Los arroyos Baldovinos y Conchitas-Platanos se encuentran canalizados para facilitar su drenaje, modificando la dinámica de los humedales. Otro rasgo destacable en cuanto a la litología de la geoforma, es que los depósitos más someros son arcillas plásticas con muy baja permeabilidad, rasgo que contribuye con el anegamiento del agua superficial. Se interpretan como una sucesión de marismas originadas en un medio asociado a los procesos entre la interfase agua dulce-agua salada (Fucks et al, op cit.).

- Cordones litorales, se hallan ubicados paralelos a la playa del Río de la Plata. Presentan una superficie plana o suavemente convexa y pueden manifestarse como un único cordón de 1 km de ancho o por un conjunto de pequeños cordones individuales. Se formaron por la acumulación de sedimentos transportados por la deriva litoral sureste-noroeste, y se componen fundamentalmente de arenas y conchillas, con desarrollo de vegetación arbórea de *Celtis tala* (Fucks et al, op cit).

Entre la Llanura costera y la Llanura Loéssica se desarrolla una franja que corresponde al límite entre ambas y dentro de la cual se localizan dos unidades geomorfológicas menores: el Antiguo estuario interior, que son depósitos relacionados a la desembocadura de los arroyos durante el retiro del antiguo mar Holoceno; y la Antigua franja costera representada por montículos aislados de arena muy fina de origen eólico con relieves muy suaves. Ambas unidades ocupan una pequeña porción en comparación con las dos unidades descriptas anteriormente (Cavaloto, 2002 y Fucks, 2017).

Con respecto a la hidrología superficial los arroyos presentan una orientación sudoeste-noreste, con recorrido definido, de forma dendrítica subparalela, y canalizados en su ingreso a la Llanura costera, con sentido de escurrimiento general hacia el Río de la Plata.

Los cursos superficiales conforman su caudal naturalmente con aportes del agua subterránea y de la precipitación, reflejado en un carácter efluente o ganador. En la zona de estudio, esta relación natural cambia a indiferente/ influente, debido a la extracción intensiva del agua subterránea, que modifica el sentido del flujo, con posibilidad de infiltración en tramos del cauce no impermeabilizado. Las aguas superficiales presentan su calidad deteriorada (ver Fig. 4), a partir de vuelcos de efluentes de origen industrial y cloacal, con deficiente tratamiento y riesgo sanitario microbiológico, producidos aguas arriba del área analizada, en coincidencia con Salvioli et al (2013).

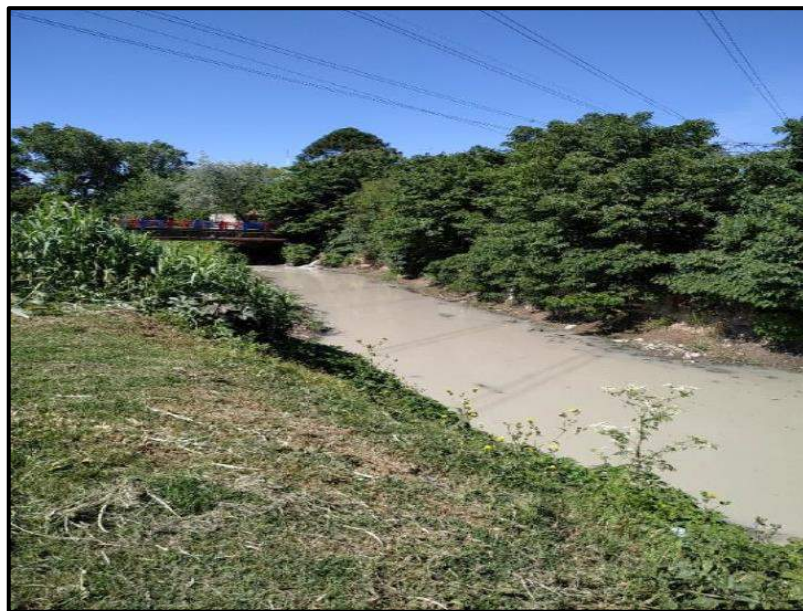


Figura 4. Arroyo Conchitas. Aguas abajo Parque Industrial Plátanos, Balduzzi, (2020)

En lo que respecta a la presencia de cuerpos de agua superficial o humedales, Deluchi et al, (op cit 2019) reconocen en la Llanura costera la interacción de humedales costeros y el agua subterránea. En el inventario de humedales de la provincia de Buenos Aires planteado por la OPDS, (2019), los define como “sistemas que debido a las condiciones geomorfológicas e hidrológicas permiten la acumulación de agua en forma temporaria o permanente, dando lugar a un tipo característico de suelo y/o organismos adaptados a estas características. No tienen una fisonomía vegetal única, ni una fisiografía característica, varían en su expresión

espacial, a distintas escalas, su delimitación en relación a ambientes terrestres o acuáticos, es variable en el espacio y el tiempo”. Para la zona de estudio, el humedal ubicado en la Llanura costera es clasificado por la OPDS dentro del grupo Tributarios al Río de la Plata, donde el funcionamiento está dado por las relaciones entre el aporte de agua superficial y subterránea, la geomorfología y la hidrodinámica del sistema (Ver Fig. 5).



Figura 5. Humedal - Bosque nativo.

En relación a la hidrología subterránea, se identifican en la Tabla I las unidades geológicas y su comportamiento hidrológico descritas por González (2005), para la Región Noreste, destacando para el presente trabajo, con mayor detalle a las unidades someras (recuadro violeta).

Tabla I: Unidades geológicas y comportamiento hidrológico, Región Noreste (González, 2005)

Unidad geológica	Litología	Comportamiento Hidrológico
Pospampeano + Pampeano	Limos, arenas, limos arcillosos, Conchillas	Zona No-Saturada Acuífero (freático)
Pampeano	Limos loessoides, limos finamente arenosos, calcáreos	Acuífero (freático) Acuífero (semilibre)
Pampeano (inferior)	Limos arcillosos, Arcillas limosas	Acuitardo
F. Arenas Puelches	Arenas medianas a finas, ocasionalmente gruesas	Acuífero (semiconfinado)
F. Paraná (superior)	Arcillas verdes, verdes azuladas	Acuícludo
F. Paraná (inferior)	Arenas medianas a finas, marinas	Acuífero (confinado)
F. Olivos (superior) F. Olivos (inferior)	Arcillas rojizas Arenas medianas, gravas basales	Acuícludo Acuífero (confinado)
Basamento hidrogeológico	Basaltos Granitos y gneises	Acuífugo

Las unidades hidrogeológicas correspondientes a sedimentos de edad Pleistocena – Holocena, que alojan al acuífero freático, suprayacen a una unidad Plio – Pleistocena, compuesta por arenas finas a medianas de origen fluvial, que constituye el acuífero semiconfinado Puelches, pasando a limosas hacia la parte superior, con profundidad variable entre 20 y 40 m. Los depósitos de arena se disponen sobre arcillas verdes de origen marino, edad miocena, de comportamiento acuícludo, consideradas en este estudio, como base del sistema analizado.

En la Llanura Loésica el material aflorante pertenece a la Fm Pampeano (Pleistoceno), conformados por limos loessoides castaño rojizos, con niveles calcáreos y espesores

variables de 20 a 45 m, originados por acción eólica y ácuea (lacustre y fluvial), distribución en forma de manto, con permeabilidad media de 5 m/d.

En el ámbito de la Llanura costera afloran los Sedimentos Postpampeanos (Holoceno), de origen estuárico-marino, con baja permeabilidad y espesores variables entre 2 y 10 m. Existe un material limo-arcilloso interpuesto entre ambos acuíferos, de espesor variable (0 a 5 metros) y comportamiento acuitardo, que permite la transferencia de agua o fenómeno de filtración vertical ascendente o descendente, según la diferencia de carga hidráulica entre el acuífero supra e infrayacente.

Estudios antecedentes en la Llanura loésica (Trovatto et al. 2013, 2015, ver Fig. 6 a y b) reconocen una dirección de escurrimiento subterráneo o descarga regional suroeste-noreste, con sentido hacia el Río de la Plata.

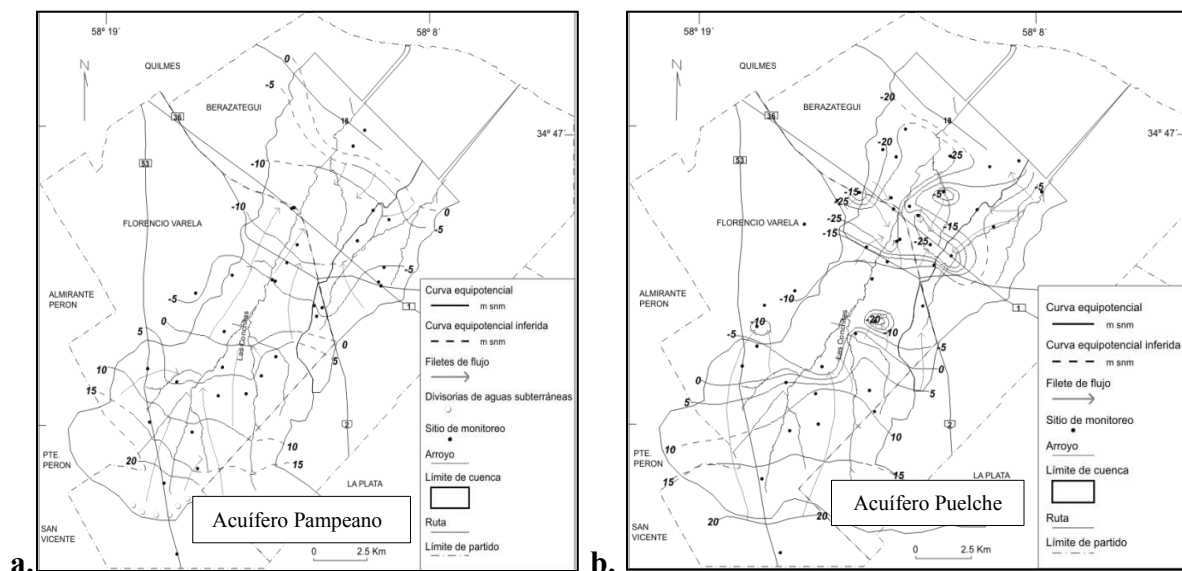


Figura 6: Red de flujo subterráneo: **a.** Acuífero freático. **b.** Acuífero semiconfinado (modificado de Trovatto et al, 2013)

La recarga del acuífero freático es autóctona directa, por aporte de los excesos de la precipitación, mientras que en el acuífero semiconfinado la **recarga es indirecta** por filtración vertical descendente desde el acuífero freático. La circulación del flujo subterráneo se modifica, en sentido contrario a la descarga regional (noreste-suroeste), por influencia del bombeo y extracción para abastecimiento público, con generación de varios conos de depresión, donde se alcanzan las mayores profundidades de los niveles.

Se reconoce el avance de la cuña salina hacia el continente y la consecuente entrada de agua salobre /salada, deteriorando la calidad y rendimiento de los pozos de abastecimiento público. Otra consecuencia que trae aparejada el bombeo intensivo del acuífero semiconfinado es la depleción o agotamiento del acuífero freático suprayacente, con profundidades de los niveles cercanas al piso del acuífero (espesor máximo de la zona no saturada).

La caracterización y calidad del agua subterránea contenida en los acuíferos freático y semiconfinado de la Llanura loésica presentan Total de Sólidos Disueltos (TDS) menor a 1500 mg /l, mientras que en la Llanura costera el TSD en los acuíferos supera los 2000 mg/l.

RESULTADOS

De acuerdo al INDEC (2010), el partido de Berazategui posee una población de 324.244 habitantes, distribuida en una superficie de 188 km². En el uso del territorio, se han desarrollado actividades industriales vinculadas a numerosos rubros (metalurgia, papel,

plástico, químicos) distribuidos en tres parques industriales, dos de ellos ubicados en el curso inferior del arroyo Conchitas-Plátanos (Parque Industrial Plátanos y Polo Industrial Maderero Mueblerero, ver Fig 1). La otra actividad socioeconómica que ha tomado importancia en el uso del territorio es el desarrollo de emprendimientos inmobiliarios (barrios privados o cerrados), los cuales ocupan una superficie aproximada de 20 km², en el sector noreste de la cuenca Conchitas-Plátanos extendiéndose hacia el sector del arroyo Baldovinos, con una alta demanda de servicios, entre ellos el consumo de agua.

A través del trabajo con imágenes (ver Fig. 7) se observa que los tonos rojos vivos corresponden a vegetación sana y vigorosa, donde las masas vegetales reflejan una alta energía en el sector infrarrojo cercano del espectro (banda 8), mientras que los tonos rosados y grises corresponden a vegetación enferma que, como producto del daño en su estructura celular, reduce su reflectancia en el mismo sector del espectro.



Figura 7: a. Octubre de 2015. b. Octubre de 2020

Para la posición temporal de octubre de 2020, en comparación con la imagen de octubre del año 2015, se evidencia mayor ocupación en la Llanura costera, movimiento de tierras y construcción de cuerpos lagunares artificiales, asociado al desarrollo inmobiliario, y cambios en la vegetación del bosque costero, en proximidad de estos emprendimientos.

Como resultado del censo de perforaciones (ver Fig.8) se accedió a 21 perforaciones preexistentes, 9 correspondientes al acuífero freático, y 12 vinculadas al acuífero semiconfinado distribuidas en la zona de estudio.

En el acuífero freático o libre, la profundidad del agua subterránea presentó valores máximos de 30 mbnt (metros bajo nivel del terreno) en la Llanura Loésica, y de 3 mbnt en la Llanura costera, asociado este valor a un relieve modificado de relleno aproximado de 2 metros.

La salinidad determinada in situ en la Llanura Loésica, supera los 1000 mg/L, y con valores de 700 mg/L en la cuenca del arroyo Baldovinos; mientras que en la Llanura costera la medición fue del orden de 5650 mg/L.

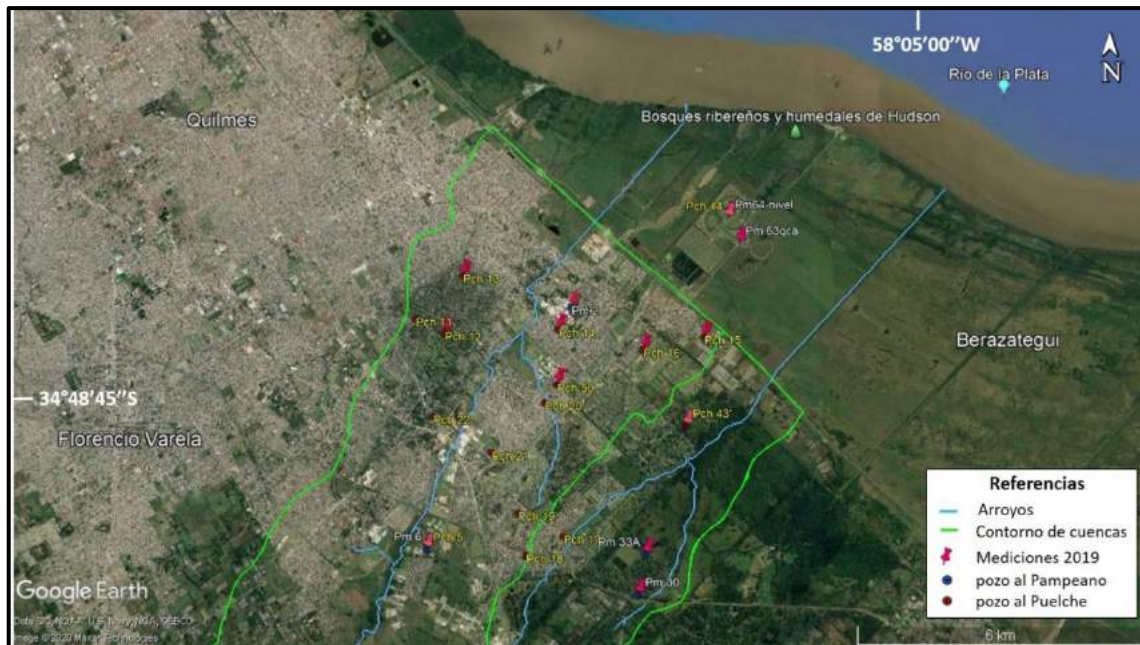


Figura 8: Ubicación de las perforaciones en la zona de estudio

Para el acuífero semiconfinado Puelche, la profundidad del nivel piezométrico en la Llanura loésica alcanzó valores en el rango de 21 a 31 mbnt, mientras que en la Llanura costera fue de 3 mbnt. La salinidad de este acuífero adquiere valores desde 700 mg/L hasta 3000 mg/L en la Llanura loésica, mientras que en la llanura costera se registró un valor de 9400 mg/L. Con respecto a la temperatura y el pH, los valores en el rango de 17-18 °C, y de tendencia neutra, respectivamente para ambos acuíferos.

Sobre la base de la información antecedente y los datos registrados durante el año 2019, se presenta en la Fig. 9 a y b el modelo conceptual de funcionamiento para la Llanura loésica y la Llanura costera. En ambas unidades geomorfológicas se identifica a la precipitación y la evapotranspiración como los insumos principales de entrada y salida natural del sistema. El escurrimiento superficial es alimentado por aporte de precipitaciones y vuelco de efluentes aguas arriba de la zona de estudio, con posible infiltración a lo largo del cauce no impermeabilizado del arroyo.

La posición de los niveles freáticos/piezométricos medidos, refleja la descarga artificial o extracción intensiva por bombeo del acuífero semiconfinado, para las diferentes utilidades antrópicas, generando profundización de los niveles, reflejados en los conos de depresión y provocando agotamiento o proceso depletivo en el acuífero freático suprayacente.

En el modelo de la Llanura costera, los desarrollos urbanísticos poseen un sistema de extracción propio con perforaciones al acuífero semiconfinado, utilizadas para abastecimiento y uso recreativo, previo tratamiento por ósmosis inversa, debido a las

características salobres/salinas. Respecto de las perforaciones en el acuífero libre o freático, son destinadas para control y monitoreo.

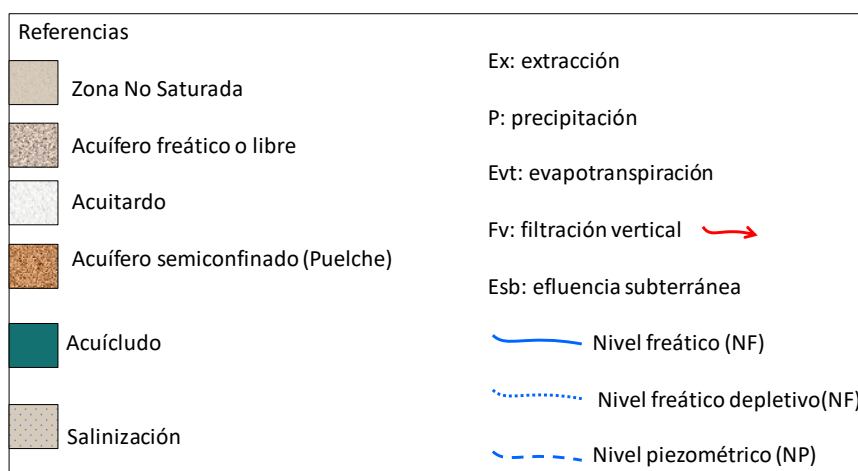
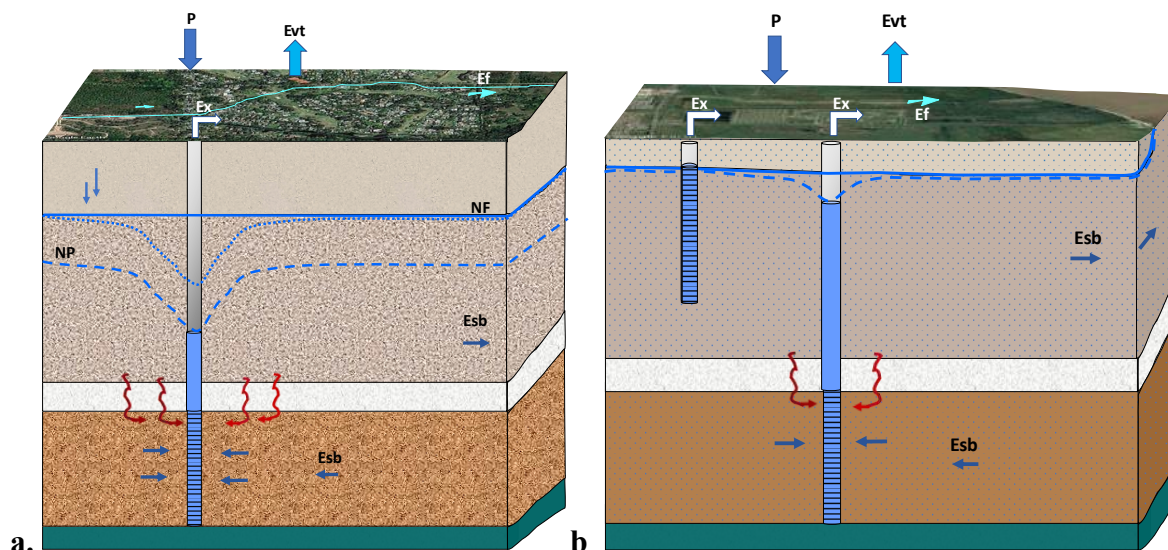


Figura 9: Modelo conceptual a. Llanura Loésica. b. Llanura Costera. Fuente: modificado Balduzzi, 2020

De acuerdo con Custodio (2001), las condiciones hidrodinámicas y la distribución de la calidad del agua subterránea que llega a los humedales puede ser modificada por influencia de la explotación intensiva. Frente a lo expuesto, se considera como impacto primario de la extracción sobre la llanura costera y los humedales, la disminución de la descarga de agua subterránea, el descenso del nivel freático y un menor aporte de agua al humedal.

En cuanto a la calidad del recurso hídrico superficial, la degradación deriva de la falta de saneamiento del sector urbano, de las pérdidas y/o vuelcos de efluentes industriales y domésticos, y de la extracción y disposición de agua subterránea salobre/salada en el curso superficial y en cuerpos superficiales.

Aguirre Pacheco (2019), señala la existencia de conflicto socioambiental generado por vulnerar las normas de protección de la selva marginal de Hudson, la ocupación del territorio con desarrollos urbanísticos y sus actividades, con la consecuente degradación del bosque nativo. Es una problemática vigente, en búsqueda de un acuerdo para la preservación del ambiente y la mitigación de los efectos producidos.

CONCLUSION

El análisis e interpretación de la información aportada por las imágenes y los datos censados en el campo permitieron mostrar el estado de situación del recurso hídrico superficial y subterráneo, ésta última como única fuente de abastecimiento en el ámbito de estudio.

Los modelos conceptuales sintetizan la interacción entre la actividad desplegada en superficie y la extracción de los acuíferos, reconociendo principalmente a los desarrollos urbanísticos, y a la agricultura intensiva en menor proporción (cuenca inferior del arroyo Baldovinos), como los principales consumidores, en competencia con los humedales.

A partir de identificar la ocupación del territorio por avance de emprendimientos inmobiliarios sobre áreas sensibles del humedal de la Llanura costera, con empleo de agua subterránea para uso doméstico y recreativo, modificación del relieve y de la traza de cursos superficiales, creación de lagunas artificiales, se reconoce la problemática socioambiental, y se resalta la importancia de monitorear las variables de cantidad y calidad del recurso, y así, detectar en el tiempo los cambios en la profundidad de los niveles y en la calidad del agua extraída, e incorporar un mayor conocimiento de la respuesta y dinámica de los acuíferos, para su mejor gestión.

Es necesario visibilizar la existencia de los diferentes actores sociales presentes en el territorio, entendiendo que existen intereses económicos y sociales que modifican el ambiente, así como también la necesidad de implementar nuevas planificaciones integrales que construyan un acuerdo de valoración del ambiente natural para un desarrollo sostenible, una mejor gestión de los recursos hídricos y un menor deterioro de los mismos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Coordinación de Servicios Sanitarios del Municipio de Berazategui por el aporte de los datos de profundidad de nivel de agua subterránea, correspondientes a la batería de perforaciones ubicada en el ejido urbano, utilizados para la realización del presente trabajo. Así como también agradecemos la predisposición de los profesionales para la interpretación del sistema hídrico y sus relaciones con el territorio.

REFERENCIAS

- Aguirre Pacheco, V. S. La degradación ambiental en los Bosques Ribereños de Hudson, provincia de Buenos Aires. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata. VII Congreso Nacional de Geografía de Universidades Públicas y XXI Jornadas de Geografía de la UNLP. ISSN 2362-4221 - http://jornadasgeogra_a.fahce.unlp.edu.ar. (2019)
- Balduzzi, Marina. "Indicadores sustentables de agua subterránea en pequeñas cuencas del noreste de la provincia de Buenos Aires". FCNyM-CEIDE-UNLP. Inédita. (2020).
- Calvo, G. H., Cipponeri, M., Salvioli, M. L., Trovatto, M. M., y Álvarez, P. Análisis multitemporal del uso efectivo del territorio en la cuenca del arroyo "Las Conchitas-Plátanos". En: I Congreso Latinoamericano sobre Conflictos Ambientales. Buenos Aires. (2014).
- Carol, E., Braga, F., Donnici, S., Kruse, E. Tosi, L. The hydrologic landscape of the Ajó coastal plain, Argentina: An assessment of human-induced changes. *Anthropocene*, 18, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2017.05.001>. (2017)
- Cavallotto, J. L. Evolución holocena de la llanura costera del margen sur del Río de la Plata. Servicio de Hidrografía Naval. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*. 57. (4): 376-388 Buenos Aires. Argentina. (2002).
- Custodio, E. Aguas Subterráneas y Humedales. En: Aguas subterráneas y Medio Ambiente. (Serie C, Nº 1). Fundación Marcelo Botín. ISBN: 84-95516-36-5 (2001).
- Custodio, E. Gobernanza y Planificación del Agua Subterránea: Consideraciones de las sequías; resultados de Directiva Marco del Agua Europea. Congreso de ABAS, Campiñas, San Pablo, Brasil. (2018)

- Deluchi, M.H., Trovatto, M. M., Laurencena, P., Kruse, E. Particularidades hidrogeológicas de un ecosistema costero. II Congreso de Agua, Ambiente y Energía. CAAE. Montevideo, Uruguay. (2019).
- Fidalgo F. Provincia de Buenos Aires continental. En Iriondo M. (ed.) *El Holoceno en la Argentina*. Cadiqua: pp 23-38, Buenos Aires (1992).
- Fucks, E., D'amico, G, M. Florencia Pisano y Nuccetelli, G. Evolución geomorfológica de la región del gran La Plata y su relación con eventos catastróficos. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*. 74 (2): 141-154. (2017).
- González, N. *Los ambientes hidrogeológicos de la provincia de Buenos Aires*. En R. de Barrio, E. Etcheverry, M. Caballé, & E. Llambías (Eds.). Geología y recursos minerales de la provincia de Buenos Aires (pp. 359-374). Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino, Asociación Geológica Argentina, La Plata, Argentina (2005).
- INDEC. Instituto Nacional de Estadística y Censo. Censo Nacional de Población y Vivienda. República Argentina. (2010)
- Manzano, M., Borja, F. y Montes, C. Metodología de tipificación hidrológica de los humedales españoles con vistas a su valoración funcional y a su gestión. Aplicación a los humedales de Doñana. *Boletín Geológico y Minero*, 113 (3): 313 – 330. (2002)
- Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible –OPDS. Inventario de humedales de la Provincia de Buenos Aires. Nivel 2: Sistemas de Paisajes de Humedales – 1ª Ed. – Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. La Plata. (2019).
- Salvioli, M., Colli, G. A., Cipponeri, M., y Calvo, G. H. Gestión de cuencas: análisis comparativo en función de la calidad del agua superficial y usos del suelo de dos pequeñas cuencas urbanas. En *VII Congreso de Medio Ambiente*. (2013)
- Sentinel Hub, (<https://apps.sentinel-hub.com/sentinel-playground>). (Octubre 2020).
- Trovatto, M. M., Álvarez, M. del P., González, N., y Hernández, M. A. *Evidencias hidrodinámicas de explotación intensiva en cuencas del Noreste de la provincia de Buenos Aires*. En: González et. al (eds): “Agua subterránea recurso estratégico”. XX-XX. EDULP. ISBN: 978-987-1985-03-6. La Plata. (2013)
- Trovatto, M. M., Álvarez, P., Cipponeri, M., Salvioli, M. L., y Calvo, G. H. 2015. *Impacto antrópico sobre el recurso hídrico en cuencas del noreste de la provincia de Buenos Aires*. En XXV Congreso Nacional del Agua, Entre Ríos, Argentina. Libro de resúmenes. (2015).