

ANÁLISIS DE LA DINÁMICA HÍDRICA ESPACIAL DE LAS LAGUNAS LAS ENCADENADAS DE SAAVEDRA Y LOS CHILENOS CON IMÁGENES SATELITALES ÓPTICAS

ARIAS J. ¹; GERALDI A. M. ^{1,2}.

¹. Universidad Nacional del Sur. Laboratorio de Geotecnologías. Departamento de Geografía y Turismo.

². CONICET. Instituto Argentino de Oceanografía. Camino La Carrindanga km 7.

Introducción

Una laguna se define como un cuerpo de agua léntico, permanente o transitorio, de escasa profundidad. Se encuentran en zonas de clima templado con una distribución estacional irregular de las precipitaciones. Visto que son considerados lagos de llanura, su hidrología es dependiente de estas, de modo tal que atraviesan periodos en los cuales se secan y otros en los que llegan a inundar el paisaje circundante. Las lagunas son el componente central del paisaje pampeano. La provincia de Buenos Aires se caracteriza por la presencia de un gran número de lagunas, más de 300.000 cuerpos de agua, distribuidas espacialmente de forma heterogénea y con diversas formas y tamaños. Las lagunas pampeanas son ambientes poco profundos en los cuales el agua y la salinidad son altamente variables, y pueden presentar una alta variabilidad en la concentración de sedimentos en suspensión (Geraldi, 2011).

Sus orígenes son variados: por influencia eólica, tectónica, fluvial, de paleocuaceras, medanosa o marina. Aquellas con influencia tectónica, generalmente tienen su origen en movimientos diferenciales que produjeron lineamientos como resultado del hundimiento de bloques causantes de depresiones o que definieron el nivel de base de las lagunas. Generalmente presentan barrancas y niveles variables de salinidad, producto del contacto con aguas subterráneas. (Villarreal, 2012). Las lagunas asociadas a procesos tectónicos son las que presentan las mayores profundidades dentro de la provincia (Geraldi, 2012).

Si bien se han realizado diversos estudios sobre las lagunas de la región pampeana y especialmente en el sudoeste bonaerense, solo existe un trabajo de investigación sobre la laguna Los Flamencos (Villarreal, 2010) la cual forma parte de nuestra área de estudio. La autora afirma que la laguna Los Flamencos constituye un cuerpo oligohalino, de escasa profundidad y en estado mesotrófico. Cuenta con los valores típicos de parámetros químicos de lagunas de zonas templadas a excepción de los silicatos y la variación areal no tuvo relación con el régimen de precipitaciones.

Zinger (2000) estudió el comportamiento de la laguna Chasicó, localizada en el partido de Villarino, en los ciclos secos y húmedos, así como la relación de este ecosistema con la población local. Forneron (2008) analizó la hidrografía de la laguna La Salada, en el partido de Bahía Blanca; la misma presentó escasa profundidad y su columna de agua fue homogénea. “Diagnosticar las variaciones producidas en la laguna Malaver para detectar posibles cambios espaciales y descubrir nuevas posibles potencialidades de la laguna” (p. 6) es el objetivo que se planteó Geraldí (2003) en su tesis “Hidrografía de la laguna Malaver”. Bohn (2003) analizó la calidad del agua y el aprovechamiento del recurso hídrico de la laguna Unamuno en la cuenca del arroyo Napostá Chico.

Luego de esta revisión bibliográfica se comprobó que no hay, hasta el momento, estudios previos sobre el sistema lagunar denominado Las Encadenadas de Saavedra ni de la laguna Los Chilenos. Frente a esta situación el objetivo de este trabajo de investigación es identificar los cambios en la superficie de las lagunas Los Chilenos y las Encadenadas de Saavedra, a partir de los periodos de sequías y de excesos hídricos. El período de estudio comprende los años 2000 – 2016.

Materiales y métodos

Los datos de precipitación utilizados en este trabajo fueron obtenidos a partir de la información agrometeorológica de la Estación Experimental Agropecuaria Bordenave perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de las siguientes localidades: Arroyo Corto, Pigüé, Saavedra, Goyena, Púan y Tornquist (Fig. 1) y del período 2000-2016.

Dado que las superficies lagunares se encuentran en relación directa con las precipitaciones que se desarrollan en el área de estudio, se calcularon las anomalías de precipitación. El objetivo es identificar periodos secos y húmedos para las localidades analizadas y su posterior comparación.

Para determinar la variación de las lagunas se realizó la digitalización de los cuerpos lagunares pertenecientes a los años 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 y 2016 mediante Arc GIS 10.3.

Se aplicó el método Polígonos de Thiessen para determinar el área de influencia de cada estación meteorológica analizada. Es un método de interpolación basado en la distancia euclidiana. Asigna a cada estación una superficie, la cual es obtenida representando las estaciones en un plano, las que luego se unen a través de líneas rectas. A estas rectas posteriormente se les trazan sus mediatrices hasta que se intersectan entre sí. Con los límites del área en estudio y los límites que definen las mediatrices, se obtiene la superficie de influencia asignada para cada estación (Geraldí, 2009).

Como base para la digitalización se utilizaron imágenes satelitales de la misión Landsat 5 TM y Landsat 8 OLI (path/row 227/86). Las mismas fueron provistas por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE).

Área de estudio

El área de estudio se localiza en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, en los partidos de Saavedra y Tornquist. Corresponde al sistema lagunar Las Encadenadas de Saavedra ($37^{\circ} 52.729'S - 62^{\circ} 36.131'W$) y a la laguna Los Chilenos ($38^{\circ} 2.825'S - 62^{\circ} 30.919'W$).

El territorio bajo estudio se encuentra dentro de la franja de climas templados con valores medios anuales de temperatura entre 14° y $20^{\circ}C$. Particularmente corresponde a un clima templado de transición caracterizado por el desplazamiento de grandes masas de aire provenientes de los anticiclones permanentes del Atlántico y del Pacífico, con incidencia de las anomalías climáticas. En relación con las precipitaciones se evidencian dos máximos en primavera y verano, específicamente en los meses de octubre y febrero, y un mínimo en invierno en el mes de junio. Esta situación se observa en la totalidad de las localidades analizadas

La laguna Los Chilenos es un cuerpo de agua permanente, localizada en el límite entre los partidos de Saavedra y de Tornquist en el SO de la provincia de Buenos Aires. Recibe aportes del arroyo Cochenleufu Chico formado a partir de pequeños cursos de agua, y cuenta como desagüe el arroyo Chasicó. Las Encadenadas de Saavedra constituyen un cuerpo de agua endorreico, sin afluentes superficiales permanentes. En tal sentido, cabe resaltar la presencia de dos cursos de aguas intermitentes, uno de los cuales desemboca en la laguna Los Flamencos. Por otro lado, “estudios geológicos sugieren que otra posible fuente de alimentación de este cuerpo de agua proviene del agua que escurre a través de las fracturas internas que presenta el Sistema Ventania” (Villareal, 2010). En cuanto a las características edafológicas, las lagunas se encuentran en un suelo molisol de suborden ustol. Se caracterizan por una baja capacidad de retención de humedad, buen drenaje y de textura franco-arcillosa.

En referencia a la geomorfología, Tomezzoli (1997) señala que las Sierras Australes o Sistema de Ventania, registra la sutura progresiva del bloque patagónico con el cratón sudamericano y que la deformación está localizada a lo largo de fallas y zonas de cizalla que pudieron ser reactivadas por inversión tectónica. A lo largo de las sierras, las fallas definirían un corredor a lo largo del cual se emplazan láminas de sobrecorrimiento. Una de las mismas “sería el responsable del levantamiento del basamento en el Cerro Colorado y de la pendiente notable arqueada que se ubica al sudeste de la cadena, donde se alojan las lagunas Las Encadenadas de Saavedra y Los Chilenos” (Tomezzoli, 1997).

Resultados

El análisis de las anomalías de precipitación (Fig. 1) del período 2000 – 2016 señala una tendencia hacia la sequía en la región bajo estudio, considerándose como valor promedio entre las distintas estaciones estudiadas la isohieta de 700 mm. De la comparación de las precipitaciones en las distintas localidades analizadas, se destaca Tornquist con un año seco (2003) con valores superiores a los 500 mm por debajo de la media.

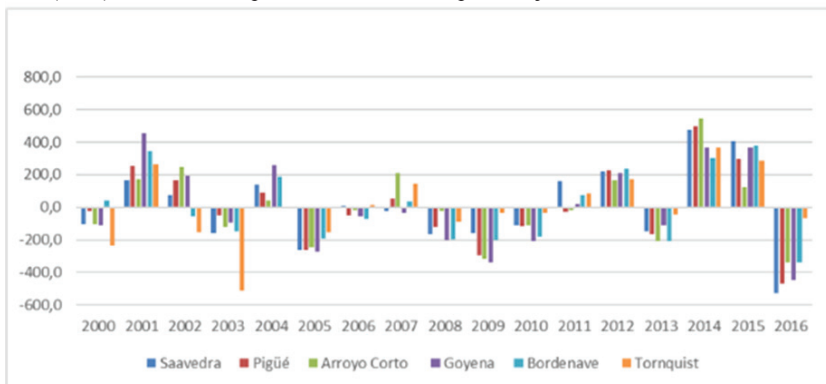


Fig. 1: Anomalías de precipitación para todas las estaciones meteorológicas analizadas. Fuente: Elaboración propia en base a los datos de las estaciones meteorológicas de INTA Bordenave, 2017

El resto de las localidades registraron los menores valores en el año 2016, superando los 400 mm en el caso de Saavedra, Pigüé y Goyena. Si bien la menor cuantía de precipitación se registró durante el último año analizado, se observa un período entre 2005 y 2010 en el que los valores fueron negativos indicando un ciclo seco, interrumpido solo en algunas localidades en 2006 y 2007 con valores superiores a la media. Con referencia a los años secos se observa una menor pronunciación de la sequía en sentido norte – sur. Los datos de la Estación meteorológica de Tornquist indica una dinámica diferencial con respecto al conjunto de localidades estudiadas.

Si se analiza las variaciones en la superficie de la laguna Las Encadenadas de Saavedra (Fig. 2), se observa una diferencia de 1.724 hectáreas entre la menor área, en el año 2010 con 1.513 hectáreas y la mayor extensión en 2005 con 3.237 ha, que experimentó la laguna. Los sectores que más variaciones presentaron se localizan al norte de la laguna principal y en los cuerpos de agua de menor tamaño en los extremos de esta, definiendo la conexión o desconexión entre el sistema lagunar. Si se aprecia con detalle, en el límite inferior de la laguna de mayor extensión se podrá observar un

claro condicionamiento estructural que evita las variaciones en la laguna en este sector y que define su forma.

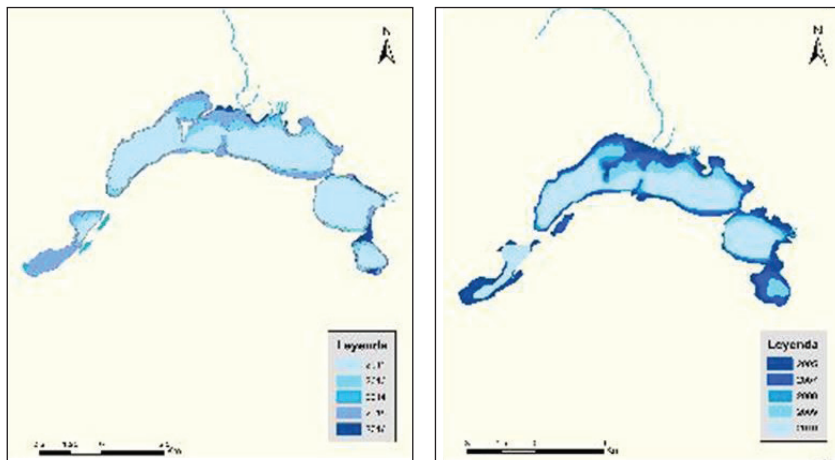


Fig.2: Variaciones en la extensión de las Encadenadas de Saavedra.

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la laguna Los Chilenos (Fig. 3) se observa una diferencia de 566 hectáreas entre los años en los cuales se registraron las mayores y menores superficies. En el año 2011 el área que ocupaba la laguna era de 910 ha, mientras que en el año 2014 era de 1476 ha. Por otro lado, las mayores variaciones se desarrollaron en los extremos de la laguna principalmente en el sector este correspondiente a la localización del curso de agua. Tanto en las Encadenadas de Saavedra como en Los Chilenos, la presencia de barrancas en algunos sectores de las lagunas favorece el mantenimiento de las formas.

Una de las causas que explica la diferencia en las variaciones entre los cuerpos de agua, está dada por el aporte por escorrentía que perciben las lagunas. En el caso de Las Encadenadas de Saavedra, no cuenta con más aportes que las precipitaciones y la presencia de cursos intermitentes. Por el contrario, Los Chilenos no solo recibe el aporte del arroyo Cochenleufu Chico de manera permanente, sino que también cuenta con el aporte del agua subterránea (Barrio, 2005).

De la comparación de los dos cuerpos de agua, se puede observar una diferencia en los años registrados con máximas y mínimas superficies. Las Encadenadas de Saavedra presenta un máximo en 2005 y un mínimo en 2010, mientras que la laguna Los Chilenos tiene un máximo en 2014 y un mínimo en 2011. En cuanto al año 2005 (de mayor superficie) si bien coincide con una anomalía negativa de gran importancia, se

registra luego de 3 años de anomalías positivas entre los cuales se destaca el año 2001 con valores que superan los 400 mm. Una característica de este sistema, que se da como consecuencia de las sequías, es la desconexión entre las lagunas formando tres cuerpos de agua independientes.

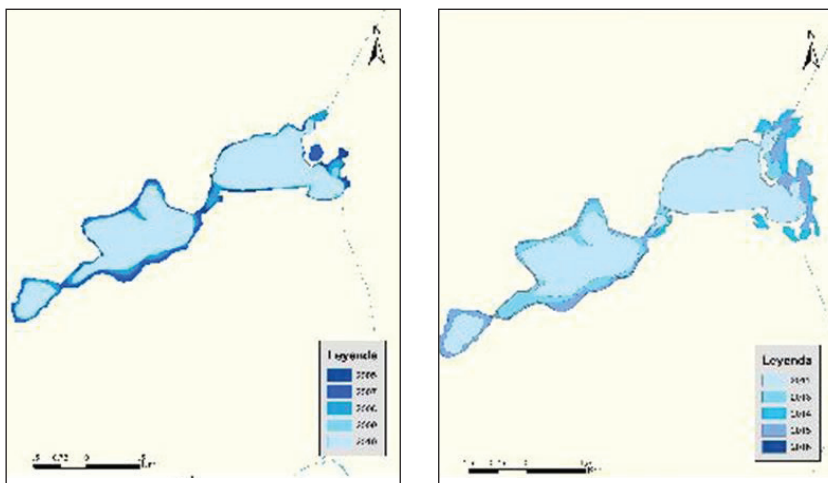


Fig. 3: Variaciones en la extensión de Los Chilenos. Fuente: Elaboración propia.

Los Chilenos se encuentra cercana a la estación meteorológica de Tornquist (INTA). Si se analiza la relación entre las precipitaciones y las variaciones en la superficie de la laguna se puede observar que, el año de menor superficie (2011) se produce luego de un período seco, solo interrumpido en el año 2007 con valores superiores a la media. En cuanto al máximo corresponde a la mayor anomalía positiva del período analizado, con valores que prácticamente alcanzan los 400 mm.

Los cuerpos de agua bajo estudio presentaron diferencias en la dinámica hídrica espacial durante el período de análisis. Pese a la proximidad entre las lagunas, el comportamiento de estas ante los periodos secos y húmedos varían. Las Encadenadas de Saavedra, localizadas al noroeste del área de estudio presenta mayores variaciones espaciales a lo largo de los años, a la vez que se observa una relación directa con la pluviometría de la Estación meteorológica de Goyena (INTA). La laguna Los Chilenos, localizada al sureste, presenta menores variaciones espaciales durante los años bajo estudio. Si bien, ambos cuerpos de agua presentaron una disminución de las superficies durante la época seca, la variación fue mucho menor para la segunda. Esta situación se explica por el aporte superficial y subterráneo con las que cuenta la laguna Los

Chilenos, y el aporte directo de precipitaciones y por escorrentía de las Encadenadas de Saavedra.

Conclusión

El análisis de las anomalías de precipitación señala una tendencia hacia la sequía en la región bajo estudio. Si bien la menor cuantía de precipitación se registró durante el último año analizado, se observa un período entre 2005 y 2010 en el que los valores fueron negativos indicando un ciclo seco, interrumpido solo en algunas localidades en 2006 y 2007 con valores superiores a la media.

A partir del análisis de las anomalías de precipitación y de localización de las estaciones meteorológicas, se puede señalar que al este de las lagunas bajo estudio aumenta la cuantía de las precipitaciones durante el año 2014, y que, por el contrario, disminuye hacia el sureste en 2003. Con referencia a los años secos se puede señalar una menor pronunciación de la sequía en sentido norte – sur. Los datos de la estación meteorológica de Tornquist indican una dinámica diferencial con respecto al conjunto de localidades estudiadas.

Los cuerpos de agua presentaron diferencias en la dinámica hídrica espacial durante el período de análisis. Pese a la proximidad entre las lagunas, el comportamiento de estas ante los periodos secos y húmedos varían. Las Encadenadas de Saavedra, localizadas al noroeste del área de estudio presenta mayores variaciones espaciales a lo largo de los años, a la vez que se observa una relación directa con la pluviometría de la estación meteorológica de Goyena. La laguna Los Chilenos, localizada al sureste, presenta menores variaciones espaciales durante los años bajo estudio. Si bien, ambos cuerpos de agua presentaron una disminución de las superficies durante la época seca, la variación fue mucho menor para la segunda. Esta situación se explica por el aporte superficial y subterráneo con las que cuenta la laguna Los Chilenos, y el aporte directo de precipitaciones y por escorrentía de las Encadenadas de Saavedra.

Referencias

- Barrio, R. E., Etcheverry, R. O., Caballé, M. F., & Llambías, E. J. (2005). Geología y recursos minerales de la Provincia de Buenos Aires. Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino. Buenos Aires (Argentina).
- Bohn, V. Y., Cintia Piccolo, M., & Perillo, G. M. (2011). Análisis de los periodos secos y húmedos en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina). *Revista de Climatología, 11*.
- Geraldí, A. M., Piccolo, M. C., & Perillo, G. M. E. (2011). *El rol de las lagunas bonaerenses en el paisaje pampeano*.
- Noticias Tornquist. (18 de marzo de 2015). Tornquist: la lluvia causó inundaciones otra vez. Seminario Reflejos. Recuperado de: <http://www.semreflejos.com.ar/inf-general-sec/8416-tornquist-la-lluvia-causo-inundaciones-otra-vez.html>

- Quirós, R., Rennella, A. M., Boveri, M. A., Rosso, J. J., & Sosnovsky, A. (2002). *Factores que afectan la estructura y el funcionamiento de las lagunas pampeanas*. Ecología austral.
- Relevaron los daños causados por la tormenta en Saavedra. (28 de octubre de 2014). Seminario Reflejos. Recuperado de: <http://www.semreflejos.com.ar/distrito-sec/categorias-distrito/saavedra/7873-relevaron-los-danos-causados-por-la-tormenta-en-saavedra.html>
- Tomezzoli, R. N. (1997). *Geología y Paleomagnetismo en el ámbito de las Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires*. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
- Villarreal, M. L. (2010). *Hidrografía de la laguna Los Flamencos Partido de Saavedra. Bahía Blanca*, Universidad Nacional del Sur, Departamento de Geografía y Turismo.
- Villarreal, M. L., Forneron, C. F., & Piccolo, M. C. (2012). *Análisis hidrográfico de la laguna los Flamencos durante 2008-2009 (Partido de Saavedra, Provincia de Buenos Aires)*.