

## ESTUDIOS DE BASE PARA EL DIAGNÓSTICO DE LA LAGUNA MULITAS DE LA CIUDAD DE 25 DE MAYO (BA) PROPUESTA PARA SU RECUPERACIÓN Y MANEJO SUSTENTABLE.

Dr. Porta Andrés, Ing. Jelinski Guillermo, Argañaraz Lucila, Baldovino Wenceslao,  
Ing. Amarilla Roberto, Dra. Neschuk Nancy, Ing. Salazar Mesia Daniel

Laboratorio de Ingeniería Sanitaria (LIS), Departamento de Hidráulica, 47 N° 200,  
e-mail: [area.ingenieria.lis@gmail.com](mailto:area.ingenieria.lis@gmail.com) – [jelinski@ing.unlp.edu.ar](mailto:jelinski@ing.unlp.edu.ar)

### 1. INTRODUCCION

El estudio surge como un requerimiento de la Municipalidad de 25 de Mayo al Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ingeniería de la UNLP, a efectos de realizar estudios en los que se propongan las acciones necesarias a llevar a cabo para la recuperación y un manejo sustentable de la laguna, un recurso natural de elevado valor social y ambiental.

Las tareas realizadas se componen de una serie de actividades entre las que se puede destacar: recopilación y análisis de información antecedente, visitas, recorridas de campo, toma de muestras de agua y sedimentos, estudios hidrológicos e hidráulicos y la evaluación del estado actual del cuerpo superficial Laguna Mulitas. A partir de estos se procedió a describir el funcionamiento hidrológico e hidráulico de la laguna y su cuenca de aporte en su estado actual y establecer las adecuaciones necesarias para disponer de los elementos de control que permitan fijar un nivel de operación del cuerpo superficial acorde al sostenimiento de la flora y fauna, garantizando además el uso recreativo, pero sin comprometer los terrenos aledaños, a fin de minimizar la afectación sobre la población ubicada en cercanías de las márgenes.

### 2. DESARROLLO

La laguna Las Mulitas se encuentra dentro de la cuenca del Río Salado, la cual abarca tres regiones hídricas en un área de aproximadamente 170.000km<sup>2</sup> cuya característica más destacable es la falta de relieve, la exigua pendiente y el bajo potencial morfogénico que dificulta la evacuación de los excesos hídricos durante las épocas de grandes precipitaciones, favoreciendo la permanencia del agua en los bajos y lagunas.

La sucesión de períodos climáticos secos y húmedos lleva a un importante desarrollo de sistemas de humedales y de lagos muy poco profundos (lagunas). Cuando se producen importantes excesos hídricos (inundaciones), los niveles del agua subterránea aumentan rápidamente y tiene lugar la descarga a la superficie, anegando grandes áreas, creando lagunas temporarias y aumentando la extensión de las lagunas permanentes. Por el contrario, en épocas en las que no hay excesos hídricos (sequías), el sistema subterráneo se halla muy localizado y el aporte al agua superficial es menor.

Dangaus (2006), establece una clasificación de los sistemas hidrológicos basándose en la periodicidad del régimen hídrico del cuerpo de agua, el que a su vez depende del régimen pluvial, la interrelación con el agua subterránea y las características morfométricas de la cuenca. Reconoce este tipo de lagunas, dentro del grupo de las casi permanentes a permanentes, a las que pertenece el cuerpo superficial analizado.

La cuenca forma parte de una zona ecológica conocida como Pastizales de la Pampa Húmeda que contaba con pasturas pampásicas extensas, desprovistas de árboles y que actualmente no existen debido a la alteración producida por la actividad humana.

La laguna Las Mulitas es un ambiente de una profundidad relativa muy baja, que aumenta con el área anegada en épocas de inundación. La presencia de la napa freática a escasa profundidad y las características topográficas hacen que el agua subterránea ejerza un control importante sobre el balance hídrico regional y sobre la composición de las aguas.

### Caracterización del agua y los sedimentos de la laguna Las Mulitas

#### *Componente Agua Superficial:*

Las lagunas pampeanas se sitúan en fértiles drenajes que naturalmente les aportan grandes cargas de nutrientes. La acción humana ha incrementado sustancialmente esas cargas.

Se realizaron análisis físico-químicos en muestras de agua de la laguna, a fin de determinar la posible afectación antrópica de la calidad de la misma, ya sea por carga de nutrientes como por presencia de posibles compuestos contaminantes.

El pH resultó alcalino, en concordancia con los niveles registrados en la región. Las concentraciones de DQO registradas fueron bajas, lo que indica escasa presencia de productos químicos o sintéticos no biodegradables. Cantidades elevadas de cloruros (Cl<sup>-</sup>), fosfatos (PO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), fenoles y compuestos nitrogenados como nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), nitritos (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) y amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), pueden estar relacionados con el aporte de aguas residuales domésticas y, en menor medida, de descargas industriales sin tratamiento.

La variación espacial observada en la concentración total de nutrientes, puede deberse a un aporte extra de nutrientes, o por resolubilización del P presente en el sedimento por parte de las macrófitas (plantas acuáticas) que presentaban gran desarrollo en la laguna al momento de toma de las muestras, ya que actúan a modo de bombas de nutrientes.

Para el sistema en estudio, los metales analizados se encontraron por debajo de los niveles guías establecidos por la normativa nacional (DR831/93). Las concentraciones de plaguicidas organoclorados registradas se encontraron en concentraciones inferiores al límite de cuantificación, con excepción del endrin que registró 2.7 ng/l en uno de los sitios de muestreo. Los valores obtenidos no pueden considerarse peligrosos para la fauna íctica, pero no debe ignorarse su presencia.

#### *Componente Sedimentos:*

En este componente, los niveles de pH registrados fueron alcalinos, mientras que los sólidos totales mostraron una significativa variación entre ambos sitios de muestreo con un notable incremento en el sitio S2 (73 mg/l), cercano a la descarga de los desagües pluviales de la ciudad de 25 de Mayo, respecto al sitio S1 (42mg/l) ubicado hacia el centro de la laguna.

Respecto a los pesticidas determinados en este componente, los mismos se encuentran por debajo de los límites de detección. Las concentraciones de metales pesados determinados, superaron en ambos sitios los límites de detección del protocolo utilizado, encontrándose no obstante por debajo de los niveles considerados contaminantes según la reglamentación vigente.

### Comportamiento hidráulico del sistema

La laguna Las Mulitas actualmente posee como receptor final el Canal del Gato que descarga sus aguas en el A° Saladillo, integrante de la cuenca del Río Salado.

En principio, en su estado natural, la cuenca de la laguna funcionaba como un sistema arreico cuyo último punto de colección era el cuerpo lagunar.

En estas condiciones, en épocas de déficit hídrico la laguna disminuía su superficie, pudiendo llegar a secarse, y en épocas de exceso hídrico, provocaba anegamientos en su perímetro, avanzando sobre su llanura de inundación. En ambas situaciones no se generaban afectaciones antrópicas, o estas eran mínimas (área inmediata con mínima urbanización y explotación agropecuaria en la cuenca de baja intensidad).

Las modificaciones de las condiciones de escurrimiento de la cuenca de aporte, debido a la ejecución de vías de comunicación, obras de canalización hidráulica, urbanización, explotación agropecuaria, etc., ha alterado el funcionamiento natural descripto, alcanzando un nuevo estado de funcionamiento que resulta mucho más restringido en virtud de las afectaciones que sobre el medio antrópico genera.

Según los antecedentes, la cuenca de aporte a la laguna ha sufrido cambios en dos sentidos: 1) se redujo su superficie debido a la ejecución de canales de drenaje directo hacia el Canal del Gato con la consiguiente reducción de los volúmenes hídricos aportados hacia la laguna; 2) se redujo la capacidad de almacenamiento superficial de la cuenca a nivel predial debido a que, la ejecución de canales dentro de la misma permite el drenaje de las

superficies anegadas hacia la laguna en menor tiempo. Esto resulta en un incremento de los volúmenes y caudales que ingresan al cuerpo lenticular, y en un requerimiento de mayor capacidad de regulación de la laguna y de mayor capacidad de evacuación del canal de descarga que se conformó en uno de los extremos de la laguna.

En el presente, se ha construido además un canal perimetral en el contorno Este de la laguna que colecta los caudales provenientes de esa parte de la cuenca y los deriva directamente al canal artificial de descarga ejecutado aguas abajo de la misma.

En consecuencia, actualmente Las Mulitas recibe los volúmenes de excedentes hídricos superficiales que aporta sólo la parte de su cuenca que ingresan por los conductos pluviales del área urbana. Además, la descarga de la laguna se realiza por medio del canal artificial que desemboca en el Canal del Gato y que carece de regulación de los caudales de salida del cuerpo superficial. En consecuencia, ante un período prolongado de déficit, la laguna pierde casi la totalidad del agua almacenada.

El comportamiento natural de la cuenca de la laguna se caracteriza como de recarga del freático (no existen escurrimientos encauzados por superficie), el proceso de infiltración dispone de tiempo para realizarse en los sectores bajos y anegables. Como consecuencia de esto el comportamiento hídrico natural presentaba un predominio de balance vertical: el ingreso de agua al sistema proviene casi exclusivamente de las precipitaciones y la salida de agua está compuesta por infiltración, evaporación y evapotranspiración.

Con este esquema natural coexisten obras de canalización que afectan este comportamiento y que se incorporan al sistema. El principal elemento agregado es el canal de descarga que vincula a la laguna con el Canal del Gato, otorgando al sistema una salida externa artificial, con la única regulación producto de las obras existentes en el mismo.



Relevamiento en el canal de descarga y alcantarillas pertenecientes.

### 3. CONCLUSIONES

Se desprende del estudio que la laguna Las Mulitas presenta un estado natural eutrófico y con alta productividad biológica como consecuencia de recibir drenajes de suelos ricos en nutrientes. La intensidad de uso de la tierra en la cuenca de drenaje de la laguna se ve reflejada en las características del ecosistema lacunar: significativos niveles de nutrientes, presencia de metales pesados en sedimentos, importante desarrollo de macrófitas, baja diversidad. La presencia de metales pesados en los sedimentos, probablemente responde al establecimiento de asentamientos humanos muy cercanos a la costa de la laguna (aportes puntuales) y a la industrialización de la región.

La disminución de la profundidad de la laguna durante las sequías extremas, si bien no aseguran un uso recreativo del recurso, tendrían efectos positivos sobre las macrófitas acuáticas, las cuales actúan como trampa de sedimentos y nutrientes.

En relación a los estudios hidrológicos, en primera instancia se elaboró un modelo de Balance Hídrico. Se utilizaron datos climáticos provenientes de las estaciones del INTA de la región, como medio de caracterizar las condiciones imperantes en el área y se confeccionó una serie histórica entre los años 2003 y 2011.

La producción de este modelo abarcó tres situaciones, a saber: el estado de la laguna sin descarga (estado natural del sistema arreico), estado de la laguna actual (sin recibir las aguas que son captadas antes por el canal perimetral y derivadas al canal del Gato) y

estado de la laguna con descarga (sistema funcionando con el canal perimetral anulado y con el canal de descarga activo).

Los resultados de esta simulación indican que el modelo representa adecuadamente los estados sin descarga y el estado actual, y permite asumir que es posible regular los caudales que ingresan a la laguna para eventos de 20 años de recurrencia.

A partir de estos resultados se procedió a elaborar un nuevo modelo de simulación para ajustar la definición de las condiciones operativas de la laguna ante tormentas intensas. Esta situación considera que se desactiva el canal perimetral y que los escurrimientos superficiales de toda la cuenca ingresan a la laguna.

Para ello se analizó el estado actual del Canal de Descarga y se definieron las adecuaciones que deberán realizarse sobre el canal para que cumpla con las condiciones de descarga necesarias para el funcionamiento de sistema, esto es, incrementar su capacidad de conducción a aproximadamente 10m<sup>3</sup>/s.

Respecto al resultado de la simulación, el mismo indicó que para una tormenta de 20 años de recurrencia (161mm de lluvia en 24 horas) el sistema se puede regular con la construcción de una Obra de Control consistente en un vertedero de 3m de ancho con un labio fijo ubicado a cota +46.75m IGN, ajustándose a los límites impuestos de caudales de descarga y de nivel de la laguna.

Las condiciones de borde impuestas a esta simulación fueron la capacidad de descarga del canal mencionado y el máximo nivel a alcanzar por las aguas de la laguna asociados a los sectores anegables de su entorno, tomándose el valor +48.20m IGN correspondiente al Barrio Sandalio. En tal sentido no es recomendable continuar la urbanización de esta zona ya que posee elevadas posibilidades de anegamiento. El área indicada se ubica dentro de la categorización C2/E (área complementaria, zona de esparcimiento) propuesta en el Plan de Ordenamiento Territorial del Partido de 25 de Mayo (UNLP, 2009) con usos especiales y actividades limitadas, priorizando el uso de Parque Urbano, áreas verdes naturales y culturales rodeando a la Laguna Mulitas. Por ello, previo a la realización de cualquier emprendimiento en el área zonificada como C2/E deberá efectuarse un estudio específico que incluya análisis hidráulicos y ambientales a fin de determinar los posibles impactos asociados y su viabilidad socioambiental.

A partir de los estudios realizados, surgen una serie de medidas de tipo estructural y no estructural tendientes a la recuperación y puesta en valor de un recurso natural de elevado valor social y ambiental.

En tal sentido, se delinearon diferentes acciones, unas inmediatas y otras a mayor plazo, resultando la necesidad de dar continuidad a las medidas, pues es lo que garantizará la sustentabilidad de uso del recurso a lo largo del tiempo.

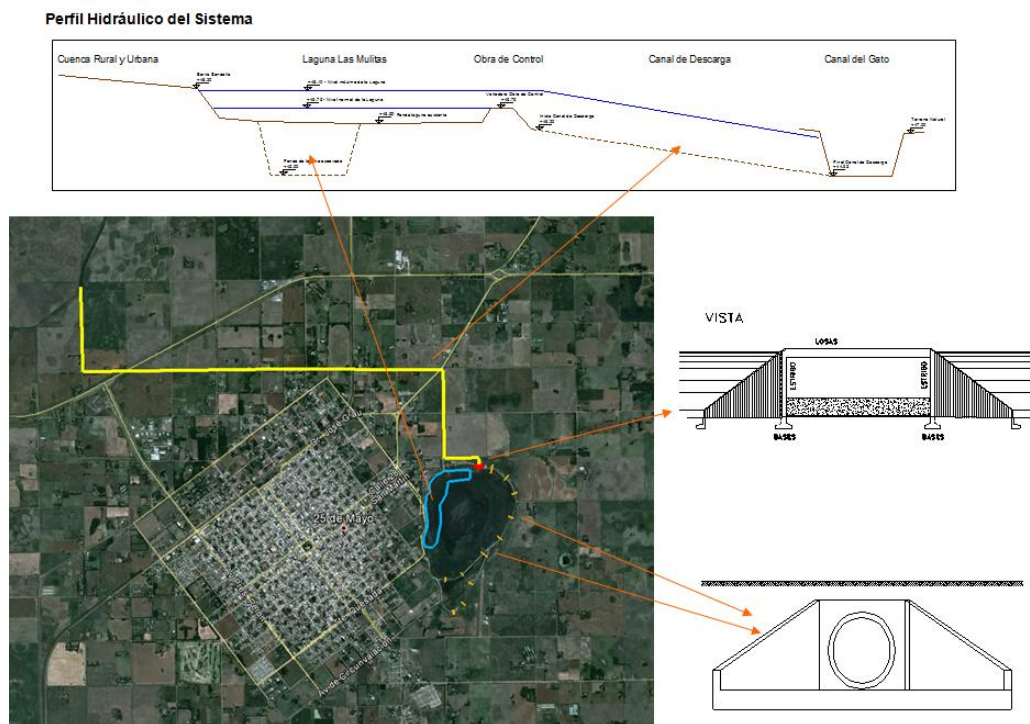
Se propuso entonces:

- Llevar adelante la ejecución de obras civiles para la regulación del nivel de agua a fin de permitir que el volumen de agua de la laguna fluctúe, evitando extremos críticos y garantizando un nivel mínimo en la superficie del espejo de agua;
- Proceder a la introducción y siembra de especies de peces para control ecológico del desarrollo de las macrófitas y otras especies atractivas para la pesca deportiva;
- Estudiar el desarrollo de una obra de intercepción de contaminantes a la salida de los desagües pluviales de calle 19, lo que podría conformarse mediante un humedal artificial con vegetación específica y trampa de sedimentos y sobrenadante.
- Efectuar el control permanente de vuelcos (clandestinos, industriales, etc.) en los canales y conductos que llegan al cuerpo superficial;
- Hasta que el cuerpo lagunar alcance una profundidad media tal que se produzca el control natural del sistema, se debería efectuar el manejo de las macrófitas de manera artificial y continua a fin de disminuir las cantidades de biomasa presente.

En relación a la regulación del comportamiento hidráulico del sistema, se requiere el proyecto y ejecución de las siguientes obras:



- Obras de infraestructura control y regulación hidráulica de la laguna: recomendándose su ejecución en el orden indicado:
  1. Adecuación del Canal de Descarga: ancho mínimo de solera de 5m y perfilado de la pendiente longitudinal a 0.0002 m/m, con adecuación y/o reemplazo de las alcantarillas de cruce del canal.
  2. Construcción de una Obra de Control en el inicio (embocadura) del Canal de Descarga, con un vertedero de labio fijo de 3m de ancho a cota +46.75m IGM, disponible para tránsito vehicular.
  3. Construcción de alcantarillas de cruce del camino costero que vinculen el canal perimetral con el cuerpo principal de la laguna. Las alcantarillas deberán ser de  $\varnothing 1.00\text{m}$  de diámetro y colocadas cada 100m a lo largo del terraplén costero. La cota de fondo de las alcantarillas deberá ser de +46.50m IGM.
  4. Construcción de cierres transversales en el canal perimetral (tapones) de tierra de 10m de ancho hasta la cota del camino costero.



- Obra destinada a la recuperación de la laguna como espacio recreativo: se entiende necesario la ejecución de una excavación del lecho de la laguna en el frente que abarca el parque Mulitas y el Club de Pesca, con las siguientes características:
  - Excavación del lecho hasta alcanzar una profundidad media de 1.75m que resulte adecuada para las actividades recreativas, el crecimiento de vegetación en el lecho y mantenga las condiciones de oxigenación del cuerpo de agua.
  - La extracción de suelos del lecho de la laguna permitirá disponer de material de relleno de las zonas bajas del entorno de la laguna mejorando las condiciones de seguridad ante desbordes de la laguna de los terrenos a urbanizar.
  - Resultaría conveniente que de utilizarse este suelo para relleno de lotes donde pueden asentarse viviendas, se proceda a mezclarlo previamente con otro proveniente de canteras en relación 1 a 2 (1 de suelo de la laguna con 2 del otro) a fin de diluir las concentraciones.
  - Se recomienda que la zona excavada no sea inferior a 10 hectáreas.
  - Se recomienda la construcción de muelles de madera colocados sobre el sector costero excavado con una separación tal que permita el acceso seguro de los pescadores al cuerpo de agua.

Dentro de las medidas no estructurales, se propone además el desarrollo de estrategias de comunicación, divulgación, educación y sensibilización de la población en la protección, cuidado y uso ambientalmente sustentable de la laguna. La instrumentación de dichas medidas, deberá efectuarse a partir de la elaboración de programas específicos: A) Programa de Educación Ambiental; B) Programa de Uso Racional del Agua; C) Programa de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos; D) Programa de Monitoreo de la calidad del agua, los sedimentos y la biota del cuerpo; E) Programa de Manejo de las especies vegetales (macrófitas) del cuerpo superficial; F) Programa de Mantenimiento sistemático del sistema que contemple limpieza de taludes y fondo del canal de descarga y sus alcantarillas y puentes.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Argentina de Médicos por el Medio Ambiente (AMMA). (2007) La problemática de los agroquímicos y sus envases, su incidencia en la salud de los trabajadores, la población expuesta por el ambiente. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable del Ministerio de Salud.
- Auge, M., Hernández, M. (1983). Características geohidrológicas del acuífero semiconfinado (puelche) en la llanura bonaerense. Coloquio Internacional sobre Hidrología de Grandes Llanuras (CNPFI). Actas 2
- Climatología e Hidrometeorología. Sitio web. Servicio Meteorológico Nacional. 2009
- Dangavs, N. (1976). Descripción sistemática de los parámetros morfométricos considerados en lagunas pampásicas. *Limnobiós* 1: 25-39.
- Frenguelli, J. 1950. Rasgos generales de la morfología y de la geología de la provincia de Buenos Aires. M.O.P. (Bs.As.). Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica, Serie 2, 30, 72 p., La Plata
- Freyre, L.R. (1976) Normas para la inspección y determinación del estado actual de ambientes pesqueros pampásicos. Dir. Rec. Nat. Min. As. Agr. La Plata, 36p. (mimeog.)
- Grosman F.; González G.; Agüería D. y Sanzano P. (2000) Ictiología del "Lago Municipal de Colón", Argentina, como un ejemplo de dinámica ambiental. *Aquatic* 10: 13p.
- Plan Maestro Integral Cuenca Rio Salado (PMI). 1999 y actualizaciones. Anexos Medio Ambiente y Evaluación de Impacto.
- Plan de Ordenamiento Territorial del Partido de Veinticinco de Mayo. Código de Ordenamiento Urbano Territorial. Instituto de Estudios del Hábitat. Fac Arquitectura y Urbanismo del UNLP. 2009
- Pace, M.; J.J. Cole; S.R. Carpenter y J.F. Kitchell (1999) Trophic cascades revealed in diverse ecosystems. *Trend in Ecology and Evolution* 14: 483-488.
- Paggi, J. de y Paggi, J. (1995) Determinación de la abundancia y biomasa zooplanctónica. 315-323p. En: Lopretto, E. y G. Tell (eds.) Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio. Ediciones Sur.
- Sala, J.M. (1975). Recursos hídricos (especial mención de las aguas subterráneas). En Angelelli, V. et al. (eds.), Geología de la provincia de Buenos Aires, 6º Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 169-194.
- Sala, J., González, N., Kruse, E. (1983). Generalización hidrológica de la Provincia de Buenos Aires. Coloquio Internacional sobre Hidrología de Grandes Llanuras (CNPFI). Actas
- Sistema de Información sobre Biodiversidad. Sitio web. Administración de Parques Nacionales.
- Solari, L; MC Claps & NA Gabellone. 2002. Riverbackwater pond interactions in the lower basin of the Salado River (Buenos Aires, Argentina). *Arch. Hydrobiol. Suppl.*, 141(13):99-119.
- Toresani, N.I., López H.L. y Gómez, S.E. 1994. Lagunas de la Provincia de Buenos Aires. Ministerio de la Producción de la Provincia de Buenos Aires. 128 p
- Tricart, JFL. 1973. Geomorfología de la Pampa Deprimida. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires, Argentina.
- Ven Te Chow. (1994). Hidráulica de canales abiertos.
- Ven Te Chow; Maidment, D.; Mays, L. (1994). Hidrología Aplicada
- Wetzel, RG. 2001a. *Limnology: Lake and River Ecosystems*. 3ra edn. Academic Press. New York.