

Estudios de base para el diagnóstico de la laguna mulitas

Propuesta para su recuperación y manejo sustentable.

Alejandro Wenceslao Baldovino¹

Resumen

La laguna Mulitas es una laguna permanente situada en el partido de 25 de Mayo, Pcia. de Buenos Aires. La misma presenta un estado natural eutrófico², pero debido a la intensidad de uso de suelo en la cuenca su estado actual es hipereutrófica³.

En su estado natural, funciona como un sistema arreico cuyo último punto de colección es su cuerpo lagunar, con un vaciado por infiltración, evaporación y evapotranspiración. Actualmente, debido a la ejecución de vías de comunicación, obras de canalización, urbanización, explotación agropecuaria, etc., se ha alterado dicho funcionamiento.

Para la realización de este trabajo se realizaron tareas de recopilación y análisis de información, visitas de campo, muestreo de agua y sedimentos, estudios hidrológicos e hidráulicos y la evaluación del estado actual del cuerpo superficial. A partir de estos se describió el funcionamiento hidrológico e hidráulico de la laguna y su cuenca de aporte, para lo cual se analizaron tres situaciones: laguna sin descarga, estado actual, y estado con descarga. Así, se lograron establecer las adecuaciones necesarias 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 las márgenes.

Para ello se propusieron acciones inmediatas y a largo plazo, de tipo estructural y no estructural que garantizarán la sustentabilidad de uso del recurso, tales como: obras civiles, introducción de especies, humedal artificial, manejo de macrófitas, etc.

Palabras Clave: laguna Mulitas; diagnóstico ambiental; sustentabilidad.

Fecha de recepción: julio 2013 | Fecha de aceptación: octubre 2013

¹ Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ingeniería, Laboratorio de Ingeniería Sanitaria.

² Recibe drenaje de suelos ricos en nutrientes.

³ Altos niveles de nutrientes, presencia de metales en sedimentos, importante desarrollo de macrófitas, baja diversidad.

Abstract

Mulitas lagoon is a permanent lagoon lying on 25 de Mayo district, Buenos Aires Province. It presents natural eutrophication⁴, but due to the land use intensity in the basin it is under hypereutrophic state⁵.

In its natural state, it operates as an araic system whose last collection point is the lagoon itself, with a drain by infiltration, evaporation and evapotranspiration. Currently, due to the development of roads, canalization works, urbanization works, farming, etc., such operation has been altered.

To carry out this work, we performed task of data collection and analysis, field visits, water and sediment sampling, hydrologic and hydraulic studies and evaluation of the surface current state. Then the hydrologic and hydraulic operation of the lagoon and its watershed basin were described, for which three scenarios were analysed: lagoon without drain, current status and lagoon with drain. Thus, it was possible to establish the necessary adjustments for fixing a surface operation level according to the flora and fauna support, ensuring recreational use, but without compromising the surrounding land and minimising the effect on the population located in the margins.

To do this, immediate and long-term structural and nonstructural actions were proposed to ensure the sustainability of resource use, such as civil works, specie introductions, wetland, macrophyte management, etc.

Keywords: Mulitas lagoon, environmental assessment, sustainability.

⁴ Receive nutrient-rich soil draining.

⁵ High levels of nutrients, presence of metals in sediments, significant development of macrophytes, low diversity.

Introducción

El presente estudio surge como 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 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 pueden destacar: recopilación y análisis de información antecedente, recorridas de campo, toma de muestras de agua y sedimentos, estudios hidrológicos e hidráulicos y la evaluación del estado actual del cuerpo superficial de la 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.



Figura 1 - Imagen sobre la costanera de la Laguna

2. Desarrollo

La cuenca del Río Salado abarca tres regiones hídricas en un área de aproximadamente 170.000km² cuya característica más destacable es la falta de relieve.

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.

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, principalmente su extensión y su profundidad. Reconoce diferentes tipos de lagunas, entre las cuales se podría tipificar a la laguna Mulitas dentro del grupo de las casipermanentes a permanentes.

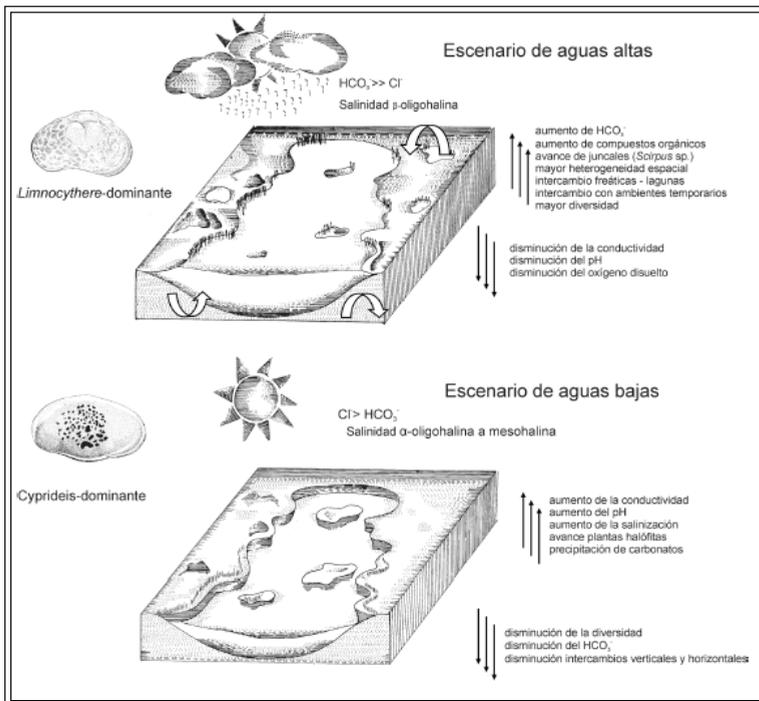


Figura 2: Esquema de modelo conceptual del comportamiento de las lagunas pampeanas.

En el tramo inferior de la laguna Mulitas, la falta de relieve, la exigua pendiente y el bajo potencial morfogénico 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). En gran parte de la planicie pampeana, el drenaje es endorreico o arreico, lo cual conduce a que, bajo las condiciones sub-húmedas actuales, se produzcan periódicas inundaciones extensas y prolongadas, alternando con períodos de sequía.

Como ya mencionáramos la laguna Mulitas es un ambiente de una profundidad relativa muy baja, que aumenta con el área inundada en épocas de inundación.

Las lagunas pampeanas se sitúan en fértiles drenajes que naturalmente les aportan

grandes cargas de nutrientes las cuales se ha incrementado sustancialmente debido a la acción humana. Las lagunas ubicadas en zonas con menor uso de la tierra presentarían variaciones estacionales en sus parámetros físicos, químicos y biológicos. Estas variaciones serían menos notorias a medida que el uso de la tierra es incrementado.

El curso principal del río Salado se encuentra altamente eutrofizado, lo cual está vinculado al aporte de nutrientes por escorrentía de áreas cultivadas aledañas al curso del río.

La relación nitrógeno/fósforo es directa, con tendencia a disminuir aguas abajo en el cauce principal del Salado, en el tramo superior de la cuenca.

Se destaca para éste período, la detección de arsénico, en concentraciones superiores a las permitidas por normativa ambiental vigente, a lo largo del tramo en estudio. Asimismo, se registró arsénico en los afluentes, aunque en niveles traza.

Componente Agua Superficial

El pH, en un cuerpo de agua es un indicador directo de su calidad, dado que la ausencia de este componente no es compatible con la supervivencia de organismos acuáticos, excepto ciertas bacterias, capaces de vivir en condiciones de anoxia.

Se tomaron muestras en dos puntos de la laguna (M1-S1 y M2-S2, figura 3), y se realizaron análisis fisicoquímicos y bacteriológicos sobre los mismos en el laboratorio.

El pH en los puntos sondeados resultó alcalino, en concordancia con los niveles registrados para otros sistemas lenticos de la región.



Figura 3: Sondeos de agua y sedimentos.

La demanda química de oxígeno (DQO) mide la cantidad de oxígeno consumida en los procesos químicos de oxidación de sustancias inorgánicas reductoras (como sulfitos y sales ferrosas), compuestos orgánicos estables (como detergentes sintéticos y

plásticos) o sustancias que tienen degradación lenta (como celulosa y quitina). Si bien no se ha establecido el estándar para este parámetro, un valor alto de este indicador señala la presencia de productos químicos o sintéticos no biodegradables. Para el caso de la laguna, las concentraciones de DQO registradas fueron bajas.

Cantidades elevadas de cloruros (Cl⁻), fosfatos (PO₄-2), fenoles y compuestos nitrogenados como nitratos (NO₃-), nitritos (NO₂-) y amonio (NH₄⁺), se relacionan 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 encuentran por debajo de los niveles guías establecidos por la normativa nacional (D 831/93).

Las concentraciones de plaguicidas organoclorados, registradas en ambos sitios de monitoreo en la laguna, se encuentran en concentraciones inferiores al límite de cuantificación del instrumental analítico empleado, con excepción del endrin que registró 2.7 ng/l en el sitio M1.

Los valores obtenidos no pueden considerarse peligrosos para la fauna ictícola, no obstante ello, no debe ignorarse su presencia.

Tabla 1. Resultados muestreo 03/02/2012 Agua Superficial Laguna Mulitas.

Calidad de agua superficial	Muestra 1	Muestra 2
cadmio (Cd),	<0.002 mg/l	<0.002 mg/l
cobre (Cu),	0.012 mg/l	0.002 mg/l
chromo (Cr),	0.003 mg/l	<0.003 mg/l
plomo (Pb)	<0.02 mg/l	<0.02 mg/l

Metales en agua superficial	Muestra 1	Muestra 2
Organoclorado		
aldrin	<1.2 ng/l	<1.2 ng/l
dielndrin	<2.5 ng/l	<2.5 ng/l
endrin	2.7 ng/l	<2.5 ng/l
Organofosforado		
endosulfan	<1.2 ng/l	<1.2 ng/l
malation	<0.2 ng/l	<0.2 ng/l
Metil paration	<0.4 ng/l	<0.4 ng/l
diazinon	<1 ng/l	<1 ng/l

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), respecto al sitio S1 (42mg/l).

Respecto a los pesticidas determinados en este componente, los mismos se encontraron 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 nacional e internacional vigente.

La presencia de la napa freática a escasa profundidad y las características topográficas hacen que el agua subterránea y superficial se encuentren fuertemente interrelacionadas, a punto tal que el agua subterránea ejerce controles importantes sobre el balance hídrico regional y sobre la composición de las aguas de las lagunas pampeanas.

Cuando se producen importantes eventos de 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, durante épocas en las que no hay excesos hídricos (sequías), el sistema subterráneo se halla muy localizado y el aporte al agua superficial es menor.

Tabla 2: Resultados muestreo 03/02/2012, Sedimentos laguna Mulitas.

Sedimentos	S 1	S 2	Niveles guías	
			TVIVSR/02	DR 831/93
pH	8	7.2		
humedad	57.9 %	27%		
Sólidos Totales	42 mg/l	73mg/l		
cobre	32 mg/kg	7.5mg/kg	36 ppm	100mg/kg
cromo	11.3 mg/kg	4.5 mg/kg	100 ppm	250mg/kg
plomo	17.8mg/kg	12.8mg/kg	85 ppm	500mg/kg
cadmio	<0.2mg/kg	<0.2mg/kg	0.8 ppm	5mg/kg

Comportamiento hidráulico del sistema

La laguna 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 laguna funcionaba como un sistema arreo cuyo último punto de colección era su cuerpo lagunar, esto es, una acumulación de aguas en la laguna debido a precipitaciones y vaciado por infiltración, evaporación y evapotranspiración.

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

Las modificaciones de las condiciones de escurrimiento de la cuenca de aporte, debido a la ejecución 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 antrópicas que el mismo genera.

Según los antecedentes, la cuenca de aporte a la laguna ha sufrido cambios en dos sentidos. Por un lado 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. Por otro lado 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 lentic, y en un requerimiento de mayor capacidad de regulación de la laguna y de mayor capacidad de evacuación del canal de descarga.

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

En consecuencia, la laguna Mulitas recibe los volúmenes de excedentes hídricos superficiales que aporta sólo la parte de su cuenca que ingresan por lo conductos pluviales del área urbana. Además, la descarga de la laguna se realiza por medio de un canal 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, dado que, al no existir 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 presenta un predominio de balance vertical, esto es, el ingreso de agua al sistema proviene casi exclusivamente de las precipitaciones y la salida de agua del sistema está compuesta por infiltración y 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 y permitiendo, de este modo, la regulación del mismo.

El estudio del sistema se realizó mediante dos enfoques, primero se analizó el comportamiento anual del sistema estableciendo la condición final de déficit o exceso hídrico. El resultado de este análisis ha permitido evaluar las necesidades de las obras de control y los niveles esperables de la laguna en un año promedio.

El segundo enfoque evaluó el comportamiento de los niveles de la laguna ante un evento de precipitación crítica. El resultado de este análisis permitió definir las adecuaciones necesarias a realizar en la obra de control y en el canal de descarga, a fin de soportar ese evento.

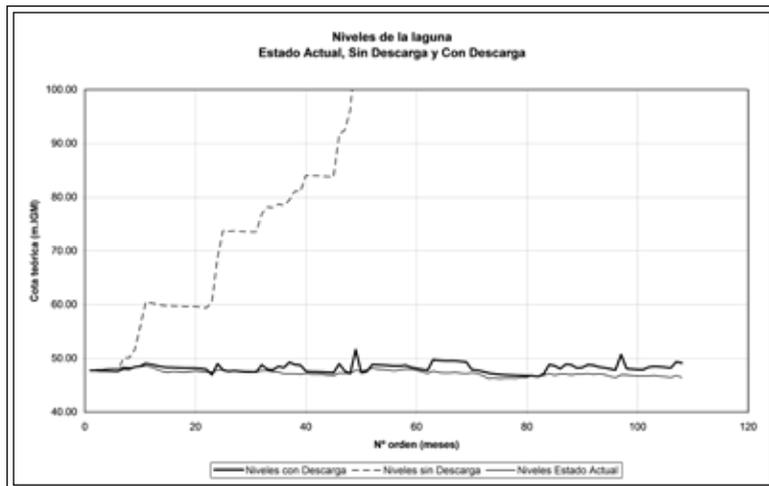


Figura 4: Análisis de Niveles de la laguna

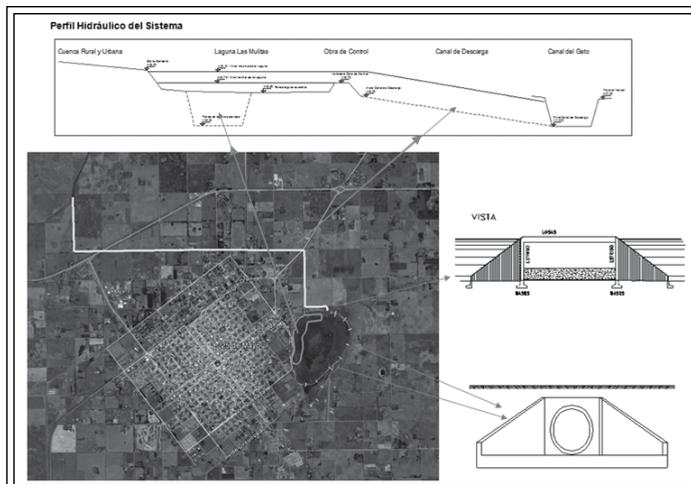


Figura 5: Obras propuestas

Conclusiones

Se desprende del estudio que la laguna Multitas presenta un estado natural eutrófico y con alta productividad biológica como consecuencia de recibir drenajes de suelos ricos en nutrientes que la ubican entre las que presentan los más altos niveles de nutrientes. La intensidad de uso de la tierra en la cuenca de drenaje de la laguna, se ve reflejada en las características del ecosistema lagunar: 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, considerando el predominio del balance vertical que caracteriza un sistema arreico como el de la laguna en estado natural. 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 con datos climáticos medios mensuales.

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 ya que refleja las condiciones imperantes bajo esas condiciones, 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, con una descripción del funcionamiento del sistema con intervalos de 1 hora. 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 10m³/s.

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 es de destacar que no es recomendable continuar la urbanización de esta zona ya que la misma 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 socio ambiental.

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, es decir, no se superan los límites impuestos de caudales de descarga ni de nivel de la laguna, 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.

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 este recurso natural de elevado valor social y ambiental.

En tal sentido, se proponen acciones inmediatas pero no de única aplicación, sino que la continuidad en las medidas es lo que garantizará la sustentabilidad de uso del recurso a lo largo del tiempo.

Se propone:

- 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 que garanticen 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 así como 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, pudiendo ejecutarse entre el tramo de desagüe que se desarrolla en canal a cielo abierto desde calle 5 hasta la desembocadura en la laguna Mulitas.
- Efectuar el control permanente de vuelcos (como cloacales clandestinos, vuelcos industriales, etc.) en los canales y conductos que llegan al cuerpo superficial;
- Hasta que el cuerpo lagunar alcance una profundidad media del orden de los 1,50 a 1,70 metros y se produzca el control natural del sistema, se debería efectuar el manejo de las macrófitas de forma artificial y de manera continua (cortes mediante

maquinarias y manuales) a fin de disminuir las cantidades de biomasa presentes en el interior de la laguna.

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

• Obras de infraestructura para el control y regulación hidráulica de la laguna: se describen las obras propuestas, 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. Respecto al tipo de fundación de la obra, se podrá optar entre las recomendadas indicadas en el estudio de suelos contratado por el Municipio para el presente estudio.

3. Construcción de alcantarillas de cruce del camino costero (camino del perilago) y que vinculen el canal perimetral con el cuerpo principal de la laguna. Las alcantarillas deberán ser de Ø1.00m. de diámetro y colocadas cada 100m. a lo largo del terraplén costero. La cota de fondo de las alcantarillas deberá ser de +46.50m IGN.

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:

o Excavación del lecho hasta alcanzar una cota de fondo de +45.00m IGM, es decir una profundidad media del orden de 1.75m. La excavación hasta esa profundidad no debería revestir dificultad, ya que de acuerdo a lo indicado en el estudio de suelo, se trata principalmente de suelos areno limoso sueltos a medianamente compactos.

o Esta profundidad del espejo de agua resulta adecuada para que puedan realizarse actividades como pesca, canotaje, remo, etc., a la vez que restringe el crecimiento de vegetación en el lecho y mantiene las condiciones de oxigenación del cuerpo de agua.

o 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. Uno de los sitios factibles de disposición del material extraído (o el refulado producto del dragado en caso que las tareas se realicen con agua dentro de la laguna), podrá ser la parte

sudoeste de la laguna, confinada por el camino costero y el camino interno de la laguna. También para caminos rurales y terrenos destinados a zonas recreativas (plazas, parques, bajos).

o Si bien en los muestreos de sedimento efectuados en la laguna los compuestos detectados se encuentran por debajo de los límites máximos admisibles, 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 del lecho de la laguna con 2 de suelo obtenido de yacimientos) a fin de diluir las concentraciones.

o La extensión de la excavación dependerá de la disponibilidad económica para la ejecución de la obra, sin embargo se recomienda que la zona excavada no sea inferior a 10 hectáreas.

o Como complemento de la excavación de la laguna se recomienda la construcción de muelles de madera de aproximadamente 10 m. de longitud colocados sobre el sector costero excavado con una separación del orden de 100m. 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.

Es de destacar que la instrumentación de dichas medidas, deberá efectuarse a partir de la elaboración de programas específicos, tales como:

- Programa de Educación Ambiental
 - Programa de Uso Racional del Agua
 - Programa de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos
 - Programa de Monitoreo de la calidad del agua, los sedimentos y la biota del cuerpo;
 - Programa de Manejo de las especies vegetales (macrófitas) del cuerpo superficial.
- Programa de Mantenimiento sistemático del sistema que contemple limpieza de taludes y fondo del canal de descarga y sus alcantarillas y puentes.

Bibliografía

- Ardohain, D; N.A. Gabellone; M.C.Claps; L. Solari y C. Suárez (2000) Influencia de la dinámica hidrológica sobre algunas características físico-químicas del agua de la laguna de Monte (Pdo. de San Miguel del Monte, Bs. As.). *Diversidad y Ambiente* 1:21-27
- 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
- Bagenal, T. (1978) (Ed.). *Methods for assessment of fish production in freshwater*. IBP Handbook No.3. Blackwell Scient.Publ., Oxford, 365p.
- Baigun, C. y R.O. Anderson (1993) The use of structural indices for the management of pejerrey (*Odontesthes bonariensis*, Atherinidae) in argentine lakes. *J. North Amer. Fish. Manag.* 13:600-608.
- Baigun, C. y R.L. Delfino (1994) Relación entre factores ambientales y biomasa relativa del pejerrey en lagos y embalses templado-cálidos de la Argentina. *Acta Biol. Venez.* 15(2):47-57.
- Carpenter, S; J. Cole; J. Hodgson; J. Kitchell; M. Pace; D. Bade; K. Cottinghaam; T. Essington; J. Houser y D. Schindler (2001) Trophic cascades, nutrients, and lake productivity whole-lake experiments. *Ecological monographs* 71(2):163-186.
- Climatología e Hidrometeorología. Sitio web. Servicio Meteorológico Nacional. 2009
- Colautti, D.C. y M. Remes Lenicov (2000) Alimentación de la carpa *Cyprinus carpio*, en la laguna de Lobos (Buenos Aires). En: *Res. Iras. Jorn. Ecología y Manejo de Ecosistemas Acuáticos Pampeanos*, Junín, Nov. del 2000.
- 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.)

- Gallucci, V. y T. Quinn (1979) Reparameterizing, fitting, and testing a simple growth model. *Trans. Am. Fish. Soc.* 108:14-25.
- Grosman, F., Pablo Sanzano, Daniela Agüería y Gabriela González. 2000. Gestión del pejerrey *Odontesthes bonariensis* en una Pesquería periurbana de Argentina.
- Grosman, F. (1993) Comparación de diferentes metodologías para la estimación del crecimiento del pejerrey patagónico. *Ecología Austral* 3:33-41.
- Grosman, F. (1995a) El pejerrey. *Ecología, cultivo, pesca y explotación*. Ed. Astyanax. Azul, Argentina. 132p.
- Grosman, F. (1995b) Variación estacional en la dieta del pejerrey (*Odontesthes bonariensis*). *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 26(1):9-18.
- Grosman, F. (Ed.) (2000). *Fundamentos biológicos, económicos y sociales para una correcta gestión del recurso pejerrey*, Ed. Astyanax, Azul, 206p.
- Grosman, M.F.; J.R. González Castelain y E.J. Usunoff (1996) Trophic niches in an Argentine pond as a way to assess functional relationships between fishes and other communities. *Water SA* 22 (4): 345-350.
- 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. <http://aquatic.unizar.es/N2/art1003/lagocolon.htm>
- Grosman F.; Sanzano P.; González G.; Agüería D. y S. Sergueña (2001) *Ecología reproductiva, edad, crecimiento, condición y alimentación del pejerrey Odontesthes bonariensis en un ambiente del SO de la provincia de Buenos Aires, Argentina*. *Aquatic* 12:24p.
- López, H.L.; M.L. García y C. Togo (1991) Bibliografía de los pejerreyes argentinos de agua dulce. En: *Situación ambiental de la Provincia de Buenos Aires. A. Recursos y rasgos naturales en la evaluación ambiental*. *CIC I* (6): 1-72.
- Margalef, R. (1983). *Limnología*. Ed. Omega – Barcelona, España
- Moreau, J. (1987) Mathematical and biological expression of growth in fishes: Recent trends and further developments. 81-113p. En: *Summerfelt & Hall (eds.). The age and growth of Fish*. The Iowa State University Press, Iowa, 543p.
- 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. Facultad de

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.
- Quirós, R. (1997). *Argentinean lakes and reservoirs data base (ARLARE)*
- Quirós, R. (1995) The effects of fish assemblage composition on lake water quality. *Lake and Reserv. Manage.* 11(4):291-298.
- Quirós, R. (1991) Empirical relationships between nutrients, phyto- and zooplankton and relative fish biomass in lakes and reservoirs of Argentina. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 24:1198-1206.
- Quirós, R. (1988). Relationships between air temperature, depth, nutrients and chlorophyll in 103 Argentinian lakes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 23, 647-658
- Ringuélet, R.A. (1975) Zoogeografía y ecología de los peces de aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las áreas ictiológicas de América del Sur. *Ecosur* 2(3):1-122.
- Ringuélet, R.A.; R. Iriart y A.H. Escalante (1980) Alimentación del pejerrey (*Basilichthys bonariensis bonariensis*, Atherinidae) en laguna de Chascomús (Buenos Aires, Argentina). *Relaciones ecológicas de complementación y eficiencia trófica del plancton*. *Limnobiós* 1 (10):447-460.
- Roberts, R. (1981) *Patología de los Peces*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 366p.
- 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*, 6° 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
- Schramm, H. y G. Edwards (1994) The perspectives on urban fisheries management. *Fisheries* 19:9-15.
- Sidorkewicj, N. S.; J.H. Irigoyen; M.R. Sabbatini y D. Dentivegna (2000) Malezas acuáticas: un problema para el normal aprovechamiento de cuerpos de agua lóticos y lénticos en la Provincia de Buenos Aires. En: *Res. Iras. Jorn. Ecología y Manejo de Ecosistemas Acuáticos Pampeanos*, Junín, Nov. del 2000.

- 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.
- Sparre, P. y S. Venema (1995) Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. FAO, Doc. Técn. de Pesca, 306/1, Chile, 420p.
- 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.
- Wetzel, RG. 2001b. Shallow lakes and ponds. Capítulo 20. Pp.625-630 in: Limnology: Lake and River Ecosystems. 3ra edn. Academic Press. New York.

