

# ESTUDIO DE BASE DE LA LAGUNA DE RANCHOS PARA DEFINIR HERRAMIENTAS DE APLICACIÓN MUNICIPAL, PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE URBANA AMBIENTAL Y PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO.

Ing. Guillermo Jelinski<sup>1</sup>, Ing. Verónica Sosio<sup>2</sup>(\*), Ing. Gustavo Colli<sup>3</sup>, Srita. Susana Paredes<sup>4</sup>

## RESUMEN

La Laguna de Ranchos se en el partido de General Paz, sobre la RP 29, a 120 km de Buenos Aires y 85 Km de La Plata y viene sufriendo una modificación importante de su estado trófico natural por actividades humanas, afectando el uso recreativo y turístico de la misma. Ello motivó a la Municipalidad de Ranchos a solicitar a la Facultad de Ingeniería un estudio inicial específico, donde se propongan herramientas de gestión básicas para un manejo sustentable del recurso, a llevar adelante desde la Municipalidad. Se realizaron tareas de gabinete y de campo, incluyendo visitas periódicas, estudios climáticos, topobatimétricos, hidráulicos, hidroquímicos, bióticos, de calidad del agua y estado de las riberas, características de la cuenca y posibles fuentes de aporte de nutrientes y contaminantes. Se efectuaron recomendaciones para mejorar el estado de la laguna a fin de permitir usos que hoy no son viables, como el mantenimiento de un porcentaje de especies vegetales acuáticas, protección de las riberas, gestión de los residuos en el perilago, dragado en áreas específicas, plan de monitoreo de agua superficial (laguna y canales de entrada a la misma), instalación de una estación hidrometeorológica, y capacitación al personal municipal que realizará la posterior gestión.

---

<sup>1</sup> jelinski@ing.unlp.edu.ar; Departamento de Hidráulica, Facultad de Ingeniería, UNLP.

<sup>2</sup> veronica.sosio@ing.unlp.edu.ar; Departamento de Hidráulica, Facultad de Ingeniería, UNLP.

<sup>3</sup> inggustavocolli@gmail.com; Comisión de Investigaciones Científicas, Provincia de Buenos Aires

<sup>4</sup> susanaparedes87@hotmail.com; Departamento de Hidráulica, Facultad de Ingeniería, UNLP

## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se realizó el análisis de la situación en la que se encuentra la Laguna de Ranchos, ubicada en el Partido de General Paz, Provincia de Buenos Aires, como una solicitud de la Municipalidad Ranchos.

Las lagunas pampeanas localizadas en la pampa deprimida con clima templado, son lagunas someras sometidas al régimen hídrico de inundación y sequía, en general presentan elevada concentración de materia orgánica y de nutrientes, encontrándose en un estado eutrófico. Esos procesos son relativamente lentos pero pueden ser modificados por las actividades humanas, con un incremento en la incorporación de nutrientes y como consecuencia una eutrofización acelerada o cultural. La laguna de Ranchos a lo largo del tiempo se fue cubriendo de vegetación, hecho que impide el uso náutico, es desagradable visualmente y no invita a la población a ser utilizado con fines recreativos o de atractivo turístico para la zona. A través del estudio se buscó determinar la calidad del agua, el estado de las riberas y la reversibilidad del estado eutrófico a fin de proponer soluciones desde la Academia a la comunidad, en este caso representada por la Municipalidad de Ranchos.

Para el desarrollo del trabajo se llevó adelante un diagnóstico de la situación considerando aspectos climáticos, topográficos, hidráulicos, hidroquímicos, bióticos, a efectos de determinar el estado de situación de la laguna, buscando determinar los factores que alteran su calidad e impiden la conservación, protección, la recuperación y el aprovechamiento sustentable de las aguas de la laguna. La laguna Ranchos presenta un comportamiento eutrófico, cubierta casi en su totalidad, esencialmente en verano, por plantas acuáticas, principalmente repollito de agua (*Pistia Stratiotes*). Cuando la laguna se encuentra en este estado obstaculiza la práctica de deportes acuáticos, los cuales son realizados por una gran parte de la población. Es por esto que la Municipalidad de Ranchos, buscando dar respuesta a este comportamiento, solicita un estudio inicial específico, donde se presenten herramientas de gestión básicas y sencilla aplicación desde la Municipalidad, para llevar adelante un manejo sobre el cuerpo superficial a fin de poder hacer uso del mismo, garantizando su conservación, minimizando los problemas a futuro por un manejo inadecuado como sucede actualmente.

## ÁREA DE ESTUDIO

La Laguna en estudio (35 30 28 87 Lat. S. 58 19 31 67 Long O), se encuentra en la Localidad de Ranchos, ciudad cabecera de partido de General Paz al noreste de la provincia de Buenos Aires, sobre la Ruta Provincial 29, a 120 km de la ciudad de Buenos Aires y 85 Km de La Plata

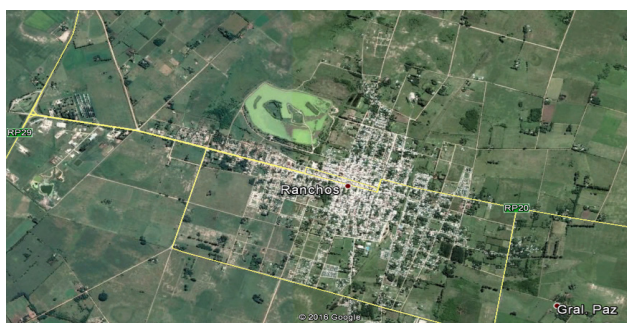


FIGURA 1: Ubicación del Municipio de Ranchos, el casco urbano y la laguna.  
Fuente: Google Earth

La Laguna se encuentra ubicada al N-E dentro del casco urbano de la ciudad. Es una laguna artificial que fue creada como necesidad de uso de una cava sacada de funcionamiento. Posee una superficie de 45 ha, con tres isletas de 9 ha totales, quedando un área acuática de 36 ha de laguna propiamente dicha.

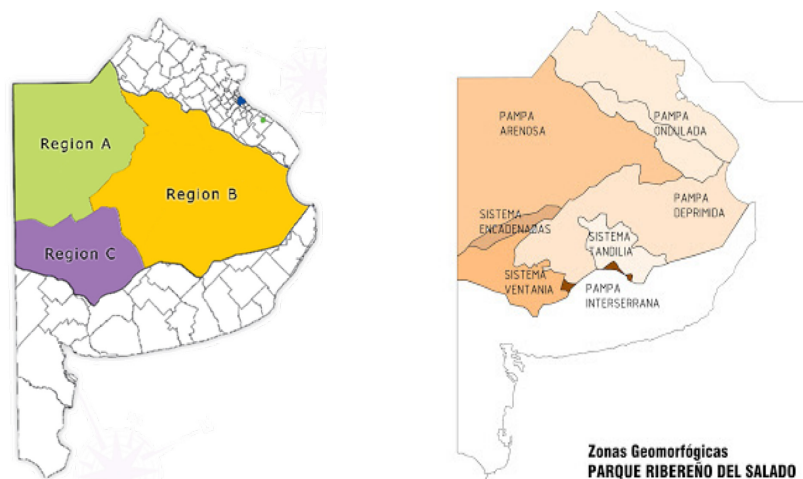
Representa un espacio importante de recreación y esparcimiento para la población, ya que se trata de un espacio verde con un ecosistema característico de la región pampeana. Muchos habitantes del lugar, la utilizaban para realizar actividades acuáticas y actualmente

se utilizan las inmediaciones para actividad física. Durante el mes de enero, en la isla central, se realiza La Fiesta Municipal de Los Fortines.

### Clima

El clima predominante es el templado pampeano, con veranos templado-calurosos e inviernos frescos, el área es húmeda, con precipitaciones de algo más de 1.000 mm anuales, concentradas de octubre a marzo y vientos predominantes del este y del noreste. (Di Risio, et al. 2003). En épocas en las que llueve más de lo habitual, los arroyos, ríos y lagunas se desbordan inundando grandes extensiones de tierra. Esto es particularmente grave para las zonas bajas como en el centro y el Este de la provincia donde se han construido canales artificiales para ayudar al escurrimiento de las aguas hacia el río de la Plata.

Según el plan Maestro Integral de La cuenca del Río Salado, la localidad de Ranchos se encuentra en la denominada Sub región B, o Zona Deprimida.



**FIGURA 1:** (Izquierda) Subregiones Plan Maestro Integral Río Salado, Fuente: "Ministerio de Infraestructura y Servicios Públicos". (Derecha): Zonas Geomorfológicas en la cuenca del Salado, Fuente "Instituto Nacional del Agua"

La Zona Deprimida, según la denominación adoptada por la ubicación "Zonas Geomorfológicas en la cuenca del Salado" es naturalmente baja y de drenaje pobre. Los cambios antrópicos en los sistemas de drenaje en la cuenca media y en la cuenca superior han tenido el efecto de trasladar más agua o trasladarla más rápidamente a la Zona Deprimida. Los humedales en esta área cumplen una importante función ecológica como área de metabolismo de nutrientes. Estos ambientes acuáticos adquieren una singular trascendencia económica y como fuentes turísticas y recreativas.

### Geomorfología

El área en estudio forma parte de la llanura pampeana, una extensa planicie con escasa diferencia de alturas. Para el estudio de la topografía se realizó el procesamiento de datos mediante un Modelo Digital de Elevaciones (MDE). La zona más alta se encuentra al N-NO del partido, en el límite con el Partido de Branden; la altura disminuye en forma gradual hacia el S-SE, integrando la zona al subsistema de aporte a la Laguna Vitel -Chascomus. Se puede observar que gran parte del partido de General Paz aporta hacia la zona de la cuenca Río Salado en dirección SO.

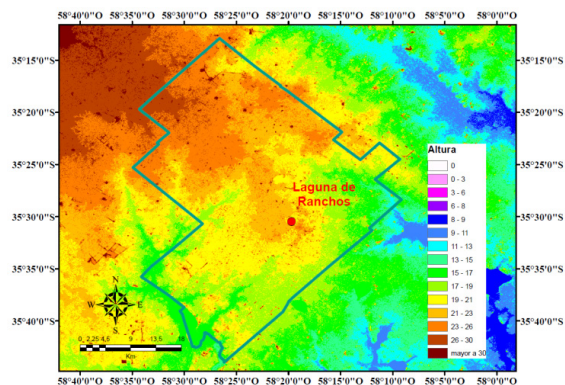


FIGURA 2: Variación del Relieve de las cuencas en la zona del Partido de General Paz. Fuente: elaboración propia.

La zona se caracteriza por ser una llanura plana eólica con suelos arenoso-limosos y limosos predominantemente del Pleistoceno, con pendientes que no superan el 0,13% como es el caso de la mayoría de la región pampeana. Las lagunas, desde el punto de vista de su formación y función, son de tipo armónico y de carácter eutrófico.

### Uso de Suelo

El Partido de General Paz según su ordenanza N°43/78, busca encauzar y controlar la expansión urbana; preservar las áreas rurales dentro de la jurisdicción del partido, en concordancia con lo dispuesto por la Ley Provincial N°8912, considera necesario la correcta utilización de distintas áreas dentro del territorio para lograr el desenvolvimiento óptimo de las diversas actividades y la preservación de los recursos naturales, paisajísticos, históricos y de interés general; esta normativa es la primera etapa dentro del proceso de Planeamiento Territorial que encara la Comuna. Se puede observar que en el sector de estudio, la laguna se encuentra rodeada en todo su perímetro por tierras de dominio municipal.

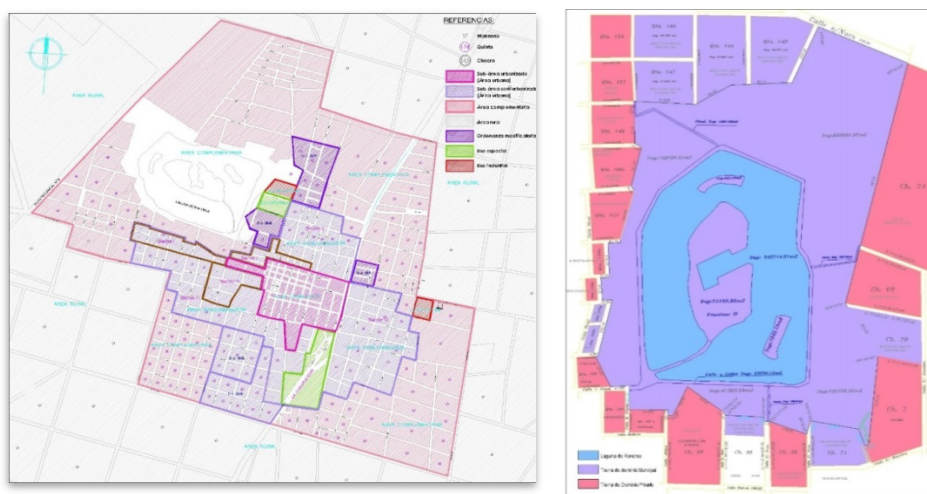


FIGURA 4: (Izquierda) Plano de Uso de Suelo del ejido municipal. (Derecha) Dominio de las tierras del sector de la laguna y alrededores. Fuente: Municipalidad de Ranchos

## MÉTODOLÓGIA

### Limnología

#### Los ambientes lagunares

Las lagunas pampeanas, son cuerpos de agua estancos de carácter permanente o temporario, integrantes de las cuencas hídricas, con un sedimento diferente al del terreno circundante, y poseen diferentes estados hídricos debidos a ciclos de inundaciones y sequías. Dangaus (2006), establece un criterio geolimnológico para caracterizar los ambientes lagunares 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 del cuenco, principalmente su extensión y su profundidad. La



profundidad constituye un factor relevante en el régimen hídrico, en general, una laguna profunda puede preservar o sostener en el tiempo balances positivos y consecuentemente tender a la permanencia de niveles, siendo las de tipo somero, más vulnerables. En general presentan elevada concentración de materia orgánica y nutrientes, encontrándose en un estado natural eutrófico, pero que debido a las actividades humanas, estos estados suelen modificarse por incorporación de nutrientes, desarrollando un cambio temporal en el ciclo natural, llevándolas a una eutrofización acelerada o eutrofización cultural. Esta aceleración se puede deber a varias causas como puede ser el vuelco de surfactantes, fertilizantes y desechos orgánicos, con modificaciones significativas más aparentes en la calidad del agua y así en el uso o explotación de las mismas.



FIGURA 5: Evolución del estado de la laguna de Ranchos a través del tiempo, usando imágenes satelitales. Fuente: elaboración propia

La laguna de Ranchos es una laguna pampeana, posee una profundidad relativamente baja, la cual aumenta con el área inundada en épocas de crecida. Estos lagos de llanura, muy poco profundos, no se estratifican térmicamente, salvo algunos casos y por períodos cortos de tiempo. Fueron caracterizadas por Quirós y Drago (1999) como lagos muy poco profundos, con tiempo de permanencia del agua y salinidad altamente variables, naturalmente eutróficos, y actualmente bajo estrés ambiental manifiesto que incrementa aún más sus contenidos de nutrientes (Quirós et al., 2002). Dangaus y Merlo (1979) enuncian, “La Laguna de Ranchos es una cubeta cerrada, sin afluentes ni emisarios (laguna arreica), recibiendo solamente aporte del escurrimiento superficial próximo y del agua libre subterránea. Posee como emisario no natural un canal de 15,5 km de longitud que volcaba sus aguas en el arroyo Vitel y que se construyó para secarla; este cuerpo de agua limnético fue clasificado de acuerdo a sus características como “bañado” ya que había perdido la condición de laguna, no funcionando como tal a causa de su avanzada distroficación, así como al relleno de la cubeta por sedimentos y a la hidrófitia presente que cubre la misma” El agua libre subterránea (capa freática) tiene una marcada interrelación con el nivel de las lagunas pampeanas ya que es alimentada predominantemente por el exceso de agua freática: este hecho determina que la cubeta mantenga el agua cuando el nivel freático se halla por encima del fondo del cuenco”. Originalmente la laguna tenía una superficie de

42.49 Ha, con tres islas cuya superficie total es de 8.49 Ha, quedando una superficie acuática de 34 Ha. La laguna de Ranchos actual constituye una expresión reducida y transformada por la mano del hombre de la depresión original. Los cuerpos de agua superficial en los periodos de inundación y sequía sufren cambios diferentes en las condiciones hidrogeológicas. Cuando se dan periodos de exceso hídrico se genera una disminución de la conductividad, del pH y oxígeno disuelto y así se genera un rápido crecimiento de la flota acuática. Durante este periodo se origina la recarga y el ascenso de los acuíferos, cuyo aporte al agua superficial favorece la permanencia del agua estancada (Miretzky et al., 1998). Las lagunas pampeanas, han sufrido variaciones hidro-ecológicas en escalas multiseculares en los últimos 500 años y estos cambios son claramente un rasgo natural del ecosistema pampeano asociado a las variaciones climáticas en escala multidecádicas (Laprida y Blas Valero-Garcés, 2008). El estado trófico de las lagunas pampeanas varía desde eutróficos hasta altamente hipertróficos. Algunas lagunas presentan una relativamente alta transparencia del agua mientras otras se muestran verdosas y turbias. Dada la particularidad morfológica de las citadas lagunas, y con fines de cuantificar el grado de claridad o turbidez de las mismas, se puede utilizar una relación entre la profundidad media y la profundidad de la zona fótica ( $Z_{\text{medio}}/Z_{\text{fótico}}$ ). Cuando este indicador es menor o cercano a uno, es altamente probable que la laguna en cuestión presente un alto desarrollo de macrófitas. Si las lagunas son “claras” estas dominadas por las macrófitas sumergidas y emergentes; por otra parte, las lagunas “turbias” con baja transparencia tienen un grado variable de fitoplancton y posee una biomasa algal mayor a las anteriores.



FIGURA 6: (Derecha) Estado de la laguna (Octubre 2016). (Izquierda) Estado de la laguna sector de ingreso a la isla principal. Fuente: elaboración propia.

Los antecedentes en la zona en estudio son muy escasos, uno de los únicos publicados es el informe realizado en el año 1999 por la Dirección de Desarrollo Pesquero a cargo del Lic. Gustavo G. Barasain.

Área (ha)	36
Zmedio (m)	1.34
Zmáx. (m)	2.40
Zmed/Zmáx	0.55

Tabla 1. Datos morfométricos de la laguna de Ranchos

En un análisis comparativo con datos de 28 grandes lagunas muestreadas en el verano de 1985 (Quirós et.al.1988) y de 4 lagunas de la alta cuenca del Río Salado muestreadas mensualmente durante los años 1998-2000 (Quirós *et.al.*, datos no publicados), el autor logra realizar una caracterización entre lagunas claras, turbias y turbias inorgánicas, considerando como variable fundamental la zona fótica; dicha variable fue definida como el cociente entre la profundidad promedio de la laguna y la profundidad máxima. Para el caso de la laguna de Ranchos, los datos morfométricos surgidos de la batimetría comparadas como primera aproximación con las surgidas de la tabla de Quirós et.al.2002, la definen como una laguna de aguas claras por tener una relación  $Z_{\text{med}}/Z_{\text{máx}}$  inferior al 0.64.



### Repollito de agua (*Pistia Stratiote*)

La vegetación predominante encontrada en la laguna pertenece a la especie *Pistia Stratiote*, una planta acuática denominada comúnmente repollito de agua o lechuga de agua y que puede estar presente naturalmente o a través de introducción humana a través de canales de agua. Se ubican en la superficie del agua, sus raíces cuelgan sumergidas debajo de las hojas gruesas flotantes que forman una roseta con flores pequeñas blancas.



FIGURA 3: (Izquierda) Lechuga de agua (*Pistia Stratiotes*). Fuente: Wikipedia. (Derecha) Vista desde la embarcación y Lechuga de Agua retirada desde la orilla. Raíces de las Pistias, observación de semillas de reproducción Fuente: Fotos propias de visita al sitio de estudio (febrero 2017)

Las Pistias florecen en primavera hasta finales del verano. No sobreviven en invierno, siendo la temperatura mínima de crecimiento de 15 °C y la óptima de reproducción entre 22 a 30°C. Se reproducen por estolones o por semillas, que caen al fondo y en un período de 10 a 12 días, las nuevas plantas suben a la superficie. Las hojas pueden tener hasta 14 centímetros de largo y tener algún vástago, son de márgenes verdes, con las venas paralelas, onduladas ligeras y se cubren con pelos cortos que forman la estructura de una cesta que atrapan burbujas de aire, aumentando la flotabilidad de la planta. Llegan a ser de gran tamaño con lo cual impide el paso de la luz a las zonas profundas del cuerpo de agua. Este tipo de plantas tienen un potencial como reductor de la bio-diversidad en los canales y lagos. La superficie acuática, cuando está despejada permite el intercambio de aire al agua, mientras que la *Pistia Stratiotes* tiende a formar sobre la superficie una masa compacta que evita el paso del oxígeno del aire al agua. Esta falta de oxigenación del agua reduce notablemente la presencia de peces, a la vez que bloquea a otras plantas acuáticas sumergidas, alterando la distribución y desarrollo de las comunidades de macrófitas autóctonas. Por otro lado, las lechugas de agua también tienen una participación positiva, además de su valor ornamental en estanques, a nivel industrial se utiliza a menudo en acuarios tropicales para proporcionar la cubierta para la producción de gambas y peces pequeños. También es una especie competidora de las algas por los nutrientes disponibles en el agua, de tal modo que previene las floraciones algales no deseadas.

## **Hidrología**

### Sistema Hídrico

Sobre la base del Modelo Digital de Elevaciones realizado sobre imágenes satelitales de uso público, se delimitaron las cuencas hídricas a nivel regional, a través del sistema de información geográfico con imágenes provistas por la Nasa, observando que el sector norte del partido de General Paz escurre a la cuenca del Río Samborombón, mientras que el área restante pertenece a la cuenca del Río Salado; a su vez, a nivel de partido se observan una serie de sub cuencas, de las cuales la localidad de Ranchos se encuentra en una divisoria de aguas. Tanto la localidad de Ranchos como La Laguna, escurren por medio de dos sub cuencas, una en dirección SO descargando a Río Salado a la altura del Partido de General Belgrano y la otra descarga en dirección Este, formando parte del sistema Vitel-Chascomús pertenecientes al sistema de Lagunas Encadenadas, culminando aguas abajo en el Río Salado. Este sistema de lagunas semipermanentes funciona como pequeños emisarios, las cuales se alimentan en su mayor parte por aportes que recogen de lluvias que escurren por los campos y de los arroyos.

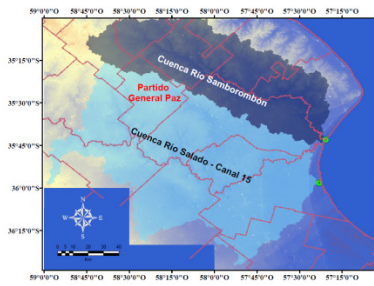


Figura 6. Ubicación a nivel Macro de las cuencas intervinientes en la zona de estudio

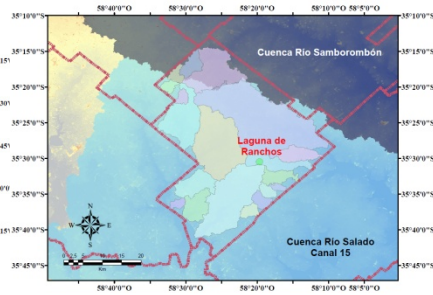


Figura 7. Subcuencas contenidas dentro del Partido de General Paz.

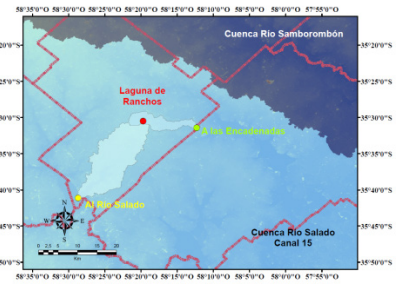


Figura 8. Ubicación a nivel del Partido las Subcuencas intervinientes en la zona de estudio

### Análisis de Precipitaciones

El objetivo del análisis permitió caracterizar el funcionamiento hidrológico de la laguna y su cuenca de aporte en estado actual. Se contó con registros de lluvia diarios comprendido entre los años 1911 y 2010, medidos en las Estaciones Hidrometeorológicas de Belgrano, Ranchos y Chascomús; se realizaron los hietogramas de precipitaciones tanto acumuladas como anuales partiendo de los diarios acumulados en cada estación. Estas presentan un comportamiento similar en los tres puntos de mediciones; en Ranchos durante el periodo de estudio se registraron 2 picos de precipitaciones máximas de aproximadamente de 1500 mm y un valor mínimo de precipitación de 300mm (periodo de sequía), la precipitación media ronda los 950mm. (Figura 9). Se obtuvieron los valores de las precipitaciones acumuladas anuales, conseguidas a partir de los promedios de los valores mensuales de cada estación.

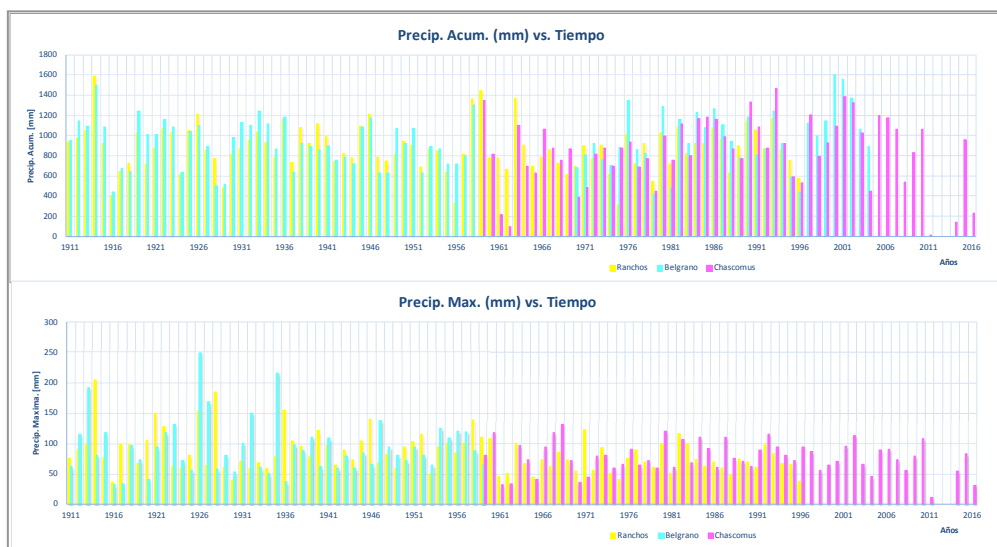


Figura 9. Precipitaciones Acumuladas Mensuales y Anuales de las estaciones Belgrano, Chascomús y Rancho. Fuente: Elaboración Paredes-Munyo

Mediante un análisis del lugar y recorrida por el sitio, se puede concluir que el ingreso de agua al sistema de la laguna es casi exclusivamente de las precipitaciones y aportes antrópicos, mientras que la salida está compuesta por evaporación y escurrimiento encauzado, debiendo analizarse a futuro como influye el acuífero en el balance de la laguna.





Figura 10: Ingresos y egresos del cuerpo de Agua, Fuente: Elaboración propia.

En el esquema se puede observar que los pluviales de la ciudad descargan a un canal colector que corre paralelo a uno de los laterales de la laguna y se conecta al canal de descarga de la ciudad. Este último se inicia en la compuerta de regulación de la laguna, atraviesa entubado parte de la ciudad y al llegar al sector rural sigue su curso a cielo abierto. Posee tres puntos de aporte identificado desde las alcantarillas que recolectan el agua superficial o excedente de diferentes sectores y lo conduce hacia la laguna. La compuerta se ubica en la parte Este de la laguna, que posee actualmente una cota de 1.4m de apertura, en los periodos de sequía, cumplió la función de retener agua y evitar el vaciado de la laguna, y a su vez amortiguar crecidas en los períodos de exceso de precipitación. Está compuerta conduce el vertido a un canal que atraviesa la ciudad en dirección Este, para seguir su escurrimiento en forma libre hasta la Laguna Vítel.

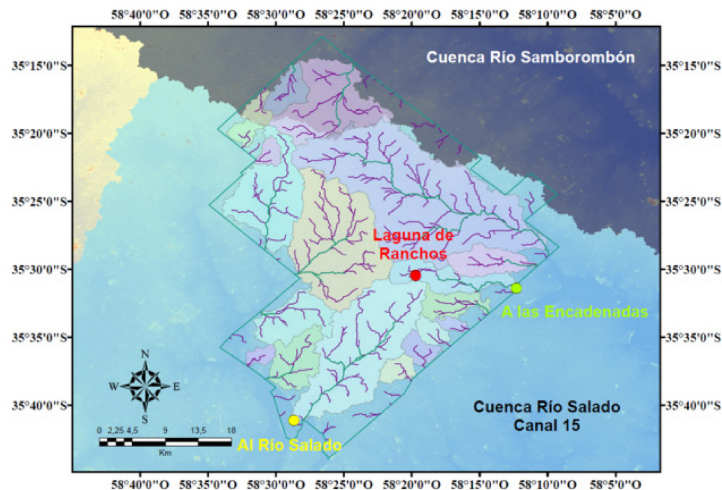


Figura 11: Sistema Hidrológico, cursos Permanentes, Temporarios y Macro drenajes dentro del Partido de General Paz. Fuente: Elaboración Paredes-Munyo

### Evapotranspiración de la Laguna

Evapotranspiración es el resultado del proceso por el cual, el agua cambia de estado líquido a gaseoso y directamente desde una superficie o a través de las plantas y vuelve a la atmosfera en forma de vapor, esto quiere decir que la evapotranspiración es la suma de evaporación y transpiración, este término es solo aplicable a un área de terreno cubierta por vegetación. Para estimar la *evapotranspiración real* (ETR) se utilizó la metodología de Turc (1961) y la de Coutagne. La *eva ETR*= Evapotranspiración real (mm/año), *R*= Precipitación condiciones reales, teniendo en cuenta anual (mm/año),  $L = 300 + 25t + 0,05t^2$  *t*=Temperatura media el suelo se encuentra en estado de anual (°C)

empíricas que dependen de las temperaturas medias anuales y la precipitación anual.

$$ETr (Turc) = \frac{R}{\sqrt{0.9 + \left(\frac{R}{L}\right)^2}}$$

$$ETr (Coutagne) = R - \chi R^2$$

$ETr$ = Evapotranspiración real (mm/año),  $R$ = Precipitación anual (mm/año),  $\chi=17(0,8+0,14t)$ ,  $t$ =Temperatura media anual (°C)

Como puede verse en el siguiente gráfico, para el periodo analizado, se producen 8 periodos de bajas (precipitaciones bajas y evapotranspiraciones cercanas a ese valor) pero no existe ningún periodo en que la evapotranspiración supere a las precipitaciones, ya que a nivel anual esta se compensa y a lo largo de los años siempre se va acumulando volumen de agua. Los dos métodos empleados dan como resultados un comportamiento similar, sin grandes discrepancias en los valores obtenidos.

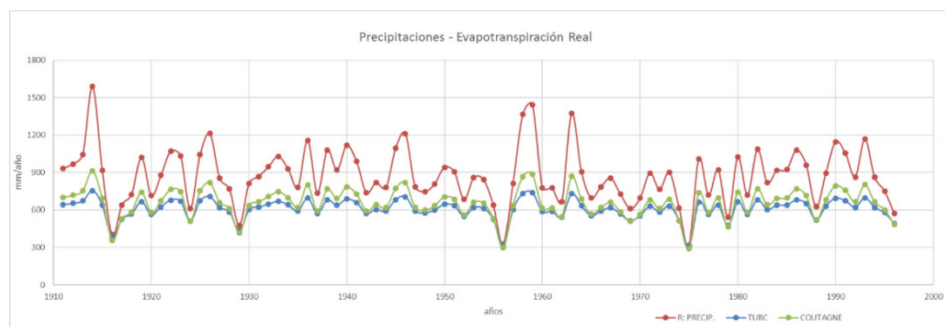


Figura 12: Evapotranspiración Real Método Tuca y Coutagne. Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se aclara que para el empleo de estos dos métodos se utilizaron los valores de precipitaciones mensuales procesados para los análisis hidrológicos y las temperaturas medias utilizadas fue el promedio de las temperaturas medias anuales brindadas por el Servicio Meteorológico Nacional. Sin embargo, cabe mencionar que ninguno de los métodos tiene en cuenta el consumo de agua que tienen las *Pistias Stratiotes*, por lo que resulta necesario en los estudios futuros ajustar el valor con mediciones y datos de campo.

### Batimetría

Se realizó la batimetría de la laguna con el fin de complementar el análisis hidrológico en diferentes puntos georeferenciados del cuerpo lagunar y referidas a un punto fijo con lo que se obtuvieron los valores en cotas IGN de cada punto. Con los resultados se trazaron mapas de isobatas, curvas que representan de modo cartográfico los puntos de idéntica profundidad de la laguna, caracterizando así el fondo de la misma. Se midió y registró la profundidad de 40 puntos, en 7 de los cuales se tomaron muestras de agua.

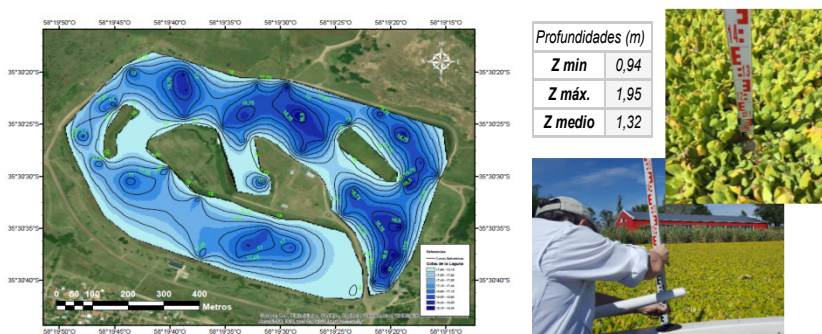


Figura 13: Batimetría de la laguna – Fotos: Relevamiento de cotas de fondo de la laguna (batimetría) y Tabla de variación de tirante de agua

En base a toda la información recolectada y procesada, mediante los trabajos de antecedentes y de campo, se puede reconocer la cercanía de posibles fuentes contaminantes de la laguna.

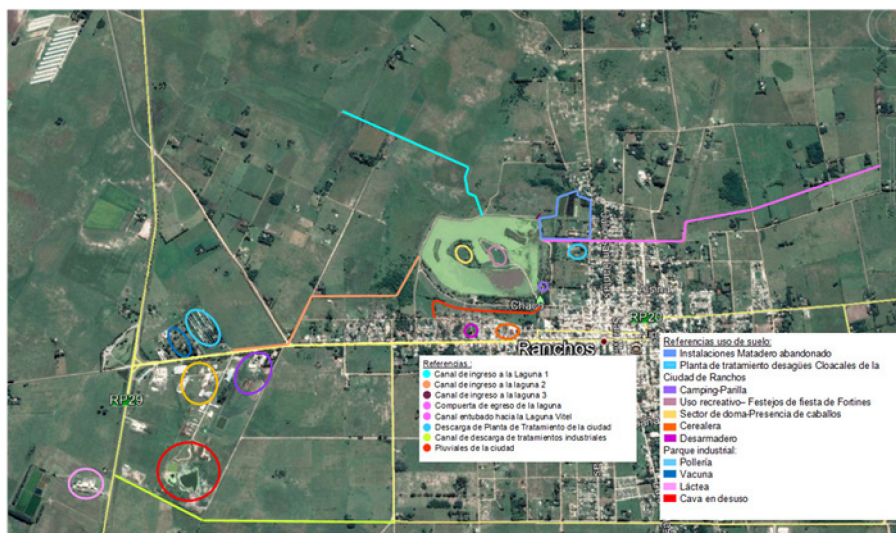


Figura 13: Posibles fuentes contaminantes de la Laguna.

### Identificación de posibles fuentes de contaminación y vías de ingreso

- **Canal de ingreso a la Laguna 1:** Campos adyacentes: por lavado superficial posibles aportes de agroquímicos y/o fertilizantes.
- **Canal de ingreso a la Laguna 2:** Presunción de efluentes líquidos contaminantes provenientes del parque industrial, con una carga orgánica elevada debido a las industrias presentes: Pollera, Vacuna, Láctea y Cava en desuso. Probablemente se descarte su aporte contaminante por la lejanía de la laguna y la variación topográfica, ya que el sector del parque industrial tiene una pendiente para el sector opuesto al que se encuentra la laguna.
- **Canal de ingreso 3 -Compuerta de egreso a la Laguna:** (1) Planta de tratamiento de deságües cloacales: su ubicación es próxima a la laguna. Sin embargo, se realizan los vertidos sobre el canal entubado aguas debajo de la compuerta y que descarga hacia la laguna Vitel. Posiblemente descartada la influencia en la calidad de agua de la laguna debido a la pendiente que tiene el canal entubado. (2) Instalaciones matadero abandonado: edificio muy cercano a la laguna. Posee plantas de tratamiento en desuso. (3) Compuerta: Tiene doble función, retener el agua en sequías, o controlarla en crecidas para que funcione en forma correcta el canal entubado recién refaccionado.
- **Canal de recolección de pluviales:** (1) Pluviales de la ciudad: Corroborar el origen pluvial, posibilidad de presencia de efluentes cloacales y la permeabilidad del suelo. (2) Cerealera: Posibles efluentes líquidos por lavado de planta, descarga a canal lateral. En caso de existir permeabilidad del suelo, podría escurrir con desechos orgánicos hacia la laguna. (arrastre de semillas, material particulado, entre otros), ya que este canal no se encuentra revestido. (3) Desarmadero: Predio con vehículos desarmados a cielo abierto. Debido a esta actividad se puede generar una contaminación en el suelo por derrame de aceites, fluidos y otros residuos.
- **Islas centrales:** (1) Campo de doma: Presencia constante de caballos. No posee un manejo de los desechos generados por los animales, los cuales tiene una alta carga orgánica. (2) Fiesta de los fortines: Generación de residuos durante el festejo. Se producen sólo un fin de semana al año, por lo que su eventual perjuicio es menor.

### Calidad de Agua

Una vez identificados los ingresos y egresos de agua a la laguna y las actividades que se realizan en la zona que pueden actuar como fuentes de contaminantes y nutrientes; se seleccionaron 7 puntos para realizar la toma de muestras y análisis de la calidad del agua. Los parámetros seleccionados, según los aportes y las características de la zona, fueron: PH, Temperatura, Oxígeno Disuelto Turbiedad, Conductividad, Sólidos totales, Oxígeno disuelto, DBO5, DQO, Fósforo total, Nitrógeno amoniacal, Nitrógeno orgánico, Nitritos, Nitratos, Clorofila-a, Cloruros, Sulfatos, Carbonatos, Bicarbonatos, Sodio, Potasio,





Bicarbonatos [mg/L]	105	95	120	130	115	110	120	113,57
Sodio [mg/L]	20,5	14,9	12,6	11,4	10,1	8,6	11,2	12,76
Potasio [mg/L]	8,5	8,9	7,6	7	6,5	5,5	8,3	7,47
Magnesio [mg/L]	11	10,4	8,1	8,1	7,9	6	8,9	8,63
Calcio [mg/L]	12,6	12	10,4	10,6	10,4	9,4	10,6	10,86
Col. fecales [NMP/100ml]	380	90	430	43	40	200	110	184,71
OD [mg/L]	1,55	1,4	1,5	1,45	1,34	1,55	1,4	1,46
pH	6,69	6,39	6,68	6,6	6,68	6,37	6,58	6,57

Tabla 2: Resultados de los parámetros analizados.

Considerando los resultados expuestos en Tabla 2, se representaron gráficamente los parámetros que muestran mayor discrepancia entre ellos.

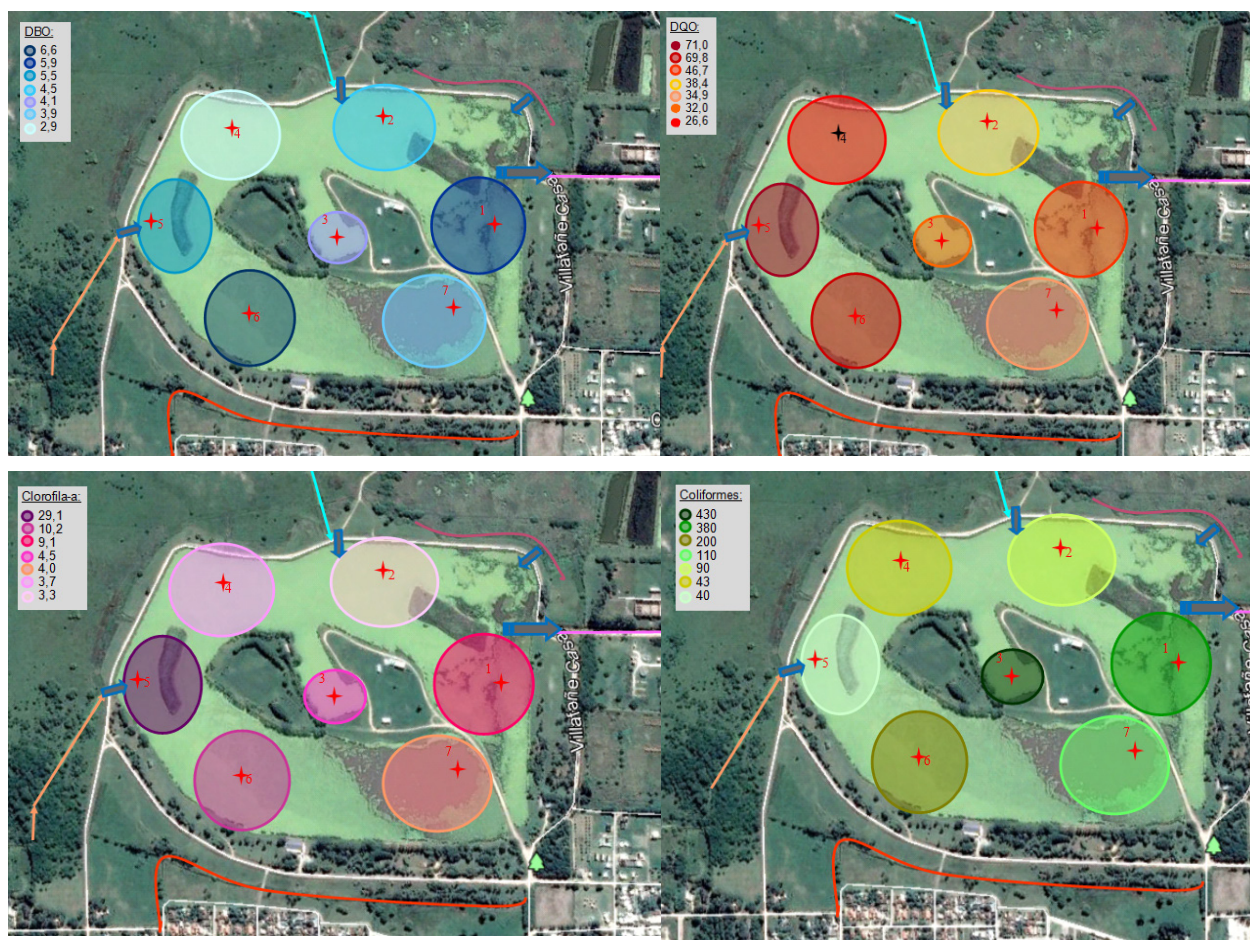


Figura 16. Representación gráfica de las variables analizadas en la campaña de muestreo febrero 2017. Fuente: Elaboración propia

Los parámetros DQO, DBO y Clorofila-a, presentan valores más elevados en los puntos de muestreo 5 y 6. Este sector de baja profundidad, recibe el aporte proveniente de la alcantarilla que transporta desagües pluviales desde las cercanías del parque industrial. La baja profundidad favorece el aumento de temperatura del agua y el crecimiento vegetal. El mayor valor de Coliformes Fecales, se presenta entre las islas (punto 3), pudiendo deberse a la escorrentía desde el campo de doma que funciona en la isla central oeste, y a la poca renovación del agua ya que constituye un sector de agua estanca.

### Caracterización de riberas

Para la evaluación de las riberas se adaptó la metodología publicada en el Congreso Internacional de Hidrología de Llanuras (2010), "La conservación de las zonas de ribereñas de arroyos pampeanos", de Eduardo Troitiño, M.C Costa, L. Ferrari y A. Giorgi. Si bien es



una metodología utilizada en arroyos se planteó su aplicación al cuerpo lenticó ya que en la actualidad no existe una caracterización específica para lagunas pampeanas.

En los últimos años ha habido una creciente ocupación del espacio rural para la agricultura, aumentando la intensidad en el uso de la tierra y por lo tanto en el empleo de agroquímicos. Esas modificaciones han contribuido a producir una notable disminución de la biodiversidad, esto es de gran importancia para los cuerpos superficiales ya que puede sufrir alteraciones irreversibles. En los cuerpos de agua que atraviesan zonas rurales, una fracción importante de los contaminantes y sedimentos transportados por escorrentía ingresan a los mismos de manera difusa a lo largo de todo el recorrido, también denominada carga de lavado. De allí que la protección de las denominadas zonas buffer o *Zonas de Amortiguamiento Ribereñas* (ZAR), resultaría ser una medida eficaz para reducir ingresos de contaminantes como nitrógeno, fósforo y pesticidas a las lagunas y mantener en límites aceptables la calidad del agua. La conservación de las riberas incrementa el valor de la tierra al mejorar la calidad estética de las propiedades e incrementan la vida silvestre de la región. Para la caracterización de las riberas de la laguna se utilizaron algunos atributos relevantes de paisaje para construir un índice de calidad de ribera que permitió identificar aquellos tramos que representan riesgos, y así poder advertir sobre la necesidad de adoptar medidas de manejo para recomponer las condiciones apropiadas de la ribera. Se confeccionó un esquema (figura 17) donde se puede localizar de qué forma se delimitará cada punto a estudiar para lograr un análisis total de la laguna y poder contemplar todos los atributos posibles. (ZAR, zona activa de ribera)

- Relevamiento cartográfico: delimitación de los lotes, vías de acceso, usos probables de lote, estado de cobertura de los lotes y márgenes, vías de tránsito, localización de urbanización y establecimiento rurales.
- Relevamiento de campo: recorrida y fotografiado de las márgenes de la laguna para completar y actualizar la información
- Clasificación de atributos: ancho óptimo como aquel que cubre el 100% de los suelos de ribera, Uso de lotes adyacentes, Cobertura Vegetal, Uso de margen, existencia de alambrados delimitando, Ingresos delimitados por donde el agua penetra evadiendo el ZAR y arrastrando sedimentos.

Se delimitó la zona de estudio en 4 sectores, teniendo en cuenta la homogeneidad del lugar, para lograr atributos más representativos en cada sector: *Sector 1*: Se encuentra el camping, la parrilla, sitio recreativo, zonas restringidas a uso público, parte de sector urbano y la planta de tratamiento de efluentes cloacales de la ciudad. *Sector 2*: Contempla zonas de uso recreativo, ubicación de pileta municipal, lugar donde se encuentran los canales pluviales de la ciudad y parte del sector urbano. *Sector 3*: Zona de campos aledaños, canal de ingreso a la laguna que transporta los pluviales del parte industrial. *Sector 4*: Gran superficie de campo, pero con mayor densidad vegetación que el sector 3, tanto en cercanía a la laguna como en toda su área delimitada.

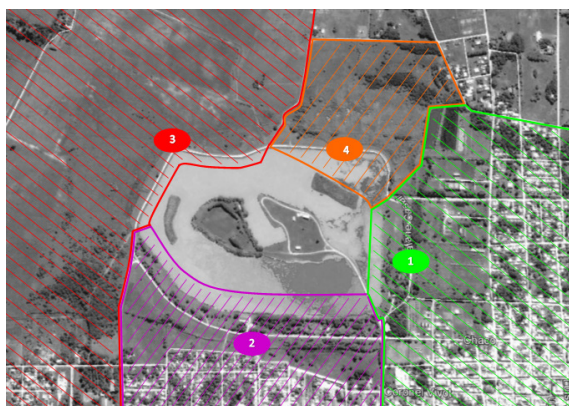


Figura 17: Identificación de puntos a evaluar para ICR.

## RESULTADOS

### **Calculo de índice de calidad de agua**

El Índice de Calidad de Agua (ICA) de la Fundación de Sanidad Nacional de los Estados Unidos (NSF) define la aptitud del cuerpo de agua respecto a los usos prioritarios. Este índice es ampliamente utilizado, siendo diseñado especialmente para medir calidad del agua



en ríos, por lo que se trata de una aproximación utilizarlo para cuerpos lénticos, como en este caso, una laguna. El método utiliza los siguientes parámetros para su determinación: Coliformes Fecales, pH, DBO5, Nitratos, Fosfatos, Cambio de la Temperatura (diferencia entre la temperatura ambiente con la del cuerpo superficial), Turbidez, Sólidos disueltos totales y OD (porcentaje de saturación). Para el cálculo del mismo se debe utilizar una suma lineal ponderada de cada indicador, con valores específicos recomendados por el método NSF:

$$ICA = \sum_{i=1}^9 (C_i * W_i)$$

C<sub>i</sub> valores ponderados de cada parámetro, obtenidos de correlacion presentes en la bibliografía para cada valor promedio.  
W<sub>i</sub> es el peso relativo asignado a cada parámetro.

En la siguiente tabla se resumen, para cada parámetro, los valores promedio, los valores ponderados y el peso relativo asignado.

Parámetros	Unidades	i	Promedio	W <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>
Coliformes fecales	[NMP/100 ml]	1	184,71	0,15	40
pH	[UpH]	2	6,57	0,12	70
DBO5	[mg/L]	3	4,77	0,1	55
Nitratos	[mg/L]	4	0,46	0,1	90
Fosfatos	[mg/L]	5	0,14	0,1	90
Dif. Temperatura	[°C]	6	3,57	0,1	50
Turbidez	[UNT]	7	9,93	0,08	75
Sólidos totales	[mg/L]	8	122,14	0,08	80
OD	[mg/L]	9	16,69	0,17	6

Tabla 3: Calculo de ICA.

El ICA adopta para condiciones óptimas un valor máximo determinado de 100, que va disminuyendo con el aumento de la contaminación el curso de agua en estudio. Posteriormente al cálculo del ICA de tipo general se clasifica la calidad del agua con base a la siguiente tabla:

Valor	Calidad de agua
91 a 100	EXCELENTE
71 a 90	BUENA
51 a 70	REGULAR
26 a 50	MALA
0 a 25	PÉSIMA

Tabla 4: Grados de calidad de Agua,

El valor resultante final es de 56.32. Se trata de una calidad de agua REGULAR. Las aguas con un ICA de esta categoría tienen generalmente menos diversidad de organismos acuáticos y han aumentado con frecuencia el crecimiento de algas, caracterización que coincide con las observaciones realizadas en la laguna. Teniendo en cuenta el índice obtenido, de acuerdo a datos bibliográficos, dependiendo del uso específico se puede inferir que:

- *Uso Recreativo*: ACEPTABLE PERO NO RECOMENDABLE. Restringir los deportes de inmersión, precaución si se ingiere. Dudosa para contacto con el agua.
- *Uso en pesca y vida acuática*: DUDOSO PARA ESPECIES SENSIBLES. Dudosa la pesca para consumo, conlleva riesgos para la salud. Apto para pesca recreativa.

Realizando un análisis más minucioso para observar la importancia de cada ítem en el valor final se calcularon los ICA para cada punto de muestreo, los cuales se pueden observar en la Tabla 5 y en la Figura 18:

PUNTO	ICA
1	56,88
2	58
3	58,68
4	62,22

5	62,24
6	55,38
7	59

Tabla 5: ICA para cada punto de muestreo.

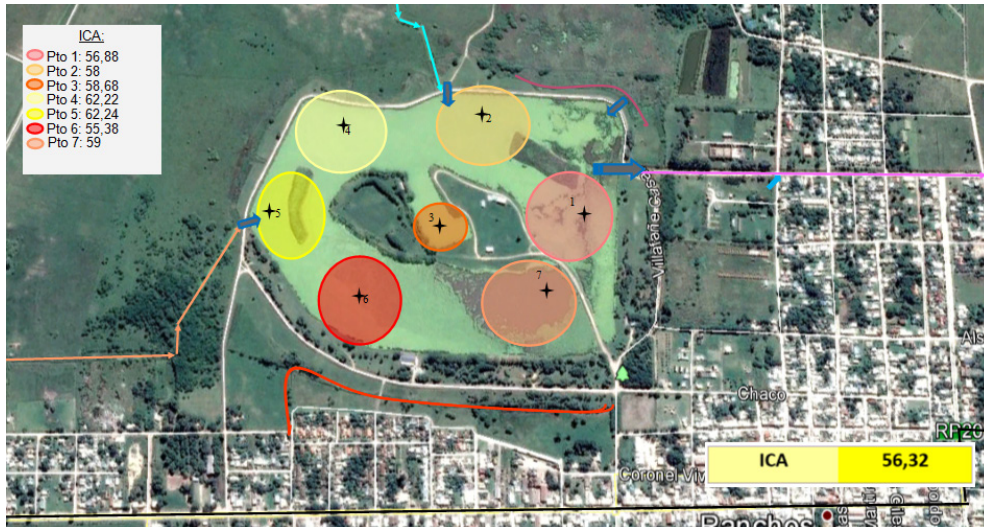


Figura 18: Índices de calidad de agua parciales e ICA promedio de todas las muestras.

Fuente: Elaboración propia

Todos los valores se encuentran dentro del rango de calidad REGULAR, con una leve mejoría en los puntos 4 y 5. Las mediciones de Oxígeno Disuelto se realizaron en el laboratorio y no en campo, por lo cual los valores obtenidos pueden ser ligeramente menores a los presentes.

### Grado de eutrofización

Se utilizó el Índice de Contaminación Trófica (ICOTRO), que se fundamenta en la concentración de fósforo total, el cual, por ser generalmente el nutriente limitante, define la eutrofización en ecosistemas acuáticos. Además se probó el método propuesto por el Comité de Eutrofización de la Organización de Cooperación Económica y Desarrollo (OCDE) para obtener el grado de eutrofia que puede alcanzar un cuerpo de agua, para los diferentes estados tróficos y los diferentes valores de clorofila. Los valores promedio obtenidos en la laguna fueron:

<b>Fósforo total [mg/L]</b>	0,14
<b>Clorofila-a [mg/m<sup>3</sup>]</b>	9,13

Tabla 6: Valores promedios de Clorofila y Fósforo.

Grado de eutrofia	Clorofila-a [mg/m <sup>3</sup> ]	Fósforo total [mg/L]
Oligotrófico	1-2,5	<0,01
Mesotrófico	2,5-7,9	0,01-0,02
<b>Eutrófico</b>	<b>8-25</b>	<b>0,02-1</b>
Hipereutrófico	>25	>1

Tabla 7: Grados eutróficos.

Tanto el valor de clorofila-a como el de fósforo total alcanzan un grado eutrófico. Por lo tanto, la laguna se encuentra en un estado EUTRÓFICO.

### Calculo de Índice de calidad de ribera

Con la información obtenida en el relevamiento a partir de imágenes, fotografías y planillas de campo, se realizaron los cálculos para obtener la clasificación promedio por atributo, con esos datos, se calculó el Índice de Conservación de Ribera, en una escala de 1 a 10.

$$I.C.R = \sum \frac{(A + U + C + M + L + I + F)}{N}$$

En este caso no se ponderó la forma del cauce para poder adaptar de forma correcta la metodología a nuestro caso en estudio. Los tramos en estudio se clasificaron de acuerdo a los siguientes rangos: (1 a 3): sectores severamente alterados, (4 a 6) condiciones que disminuyen sensiblemente la capacidad de amortiguación, (7 a 9) algún nivel de alteración pero que no afectan seriamente la capacidad amortiguadora, ni el mantenimiento de biodiversidad, (10) sectores en ideales condiciones de conservación (tramos completamente conservados sin signos evidentes de degradación) y de muy bajo riesgo de alteración.

Atributos	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4
Uso de lotes Adyacentes (U)	5	5	3	10
Uso de Márgenes (M)	7	7	7	8
Cobertura Vegetal (C)	1	1	1	7
Ingresos (I)	1	1	1	6
Forma de cauce (F)	No se pondera			
Ancho (A)	1	1	1	10
Limites (L)	1	2	2	6
N	6	6	6	6
<b>I.C.R</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>8</b>

Tabla8: Calculo de ICR, Fuente: Elaboración propia

Como puede observarse los sectores 1, 2 y 3 según la metodología empleada son “Sectores severamente alterados”, mientras que el 4 posee “algún nivel de alteración, pero no afecta seriamente la capacidad de amortiguación”.

## CONCLUSIONES

La laguna se encuentra dentro del casco urbano de la ciudad y es usada por la población para diferentes actividades, entre ellas, las actividades de esparcimiento como un camping, una pileta municipal, etc. Dado que todos los terrenos aledaños a la laguna pertenecen al municipio, las acciones de protección y conservación a adoptar, se pueden llevar a cabo sin mayores inconvenientes. Se recomienda al municipio mantener bajo la órbita municipal los terrenos linderos a la laguna, para evitar en el largo plazo intervenciones perjudiciales o contrarias al plan de conservación y mantenimiento de la misma. Contemplar además un sector de emergencia para posibles eventos extremos de desborde, de uso no permanente de la población (evitar loteos, viviendas, industrias), siendo únicamente de uso recreativo.

De acuerdo al ICA, el estado actual de la laguna es REGULAR, el cual debería llevarse a un grado BUENO para modificar el uso a uno que permita a la población disfrutar de actividades acuáticas sin riesgo y de un espacio de esparcimiento acorde a las expectativas. Los valores que más influyen para el mejoramiento del Índice de Calidad de agua son Oxígeno Disuelto y Coliformes Fecales. Para esto será necesario mantener el OD en valores superiores al 70% de saturación. Además, se deberá reducir el número de Coliformes Fecales al mínimo posible. Se recomienda abrir el istmo ubicado en la isla principal, facilitando la circulación de agua y reduciendo las zonas estancas, evaluar el aumento de la profundidad de la laguna mediante dragado, debiéndose efectuar previamente un estudio de suelos completo con el fin de conocer el tipo de suelo que se encuentra y poder adoptar el sistema adecuado, implementar un plan de gestión responsable de los residuos generados tanto en el campo de doma como en la zona del camping (sectores donde se encontraron mayor cantidad de Coliformes Fecales) y evaluar la posibilidad de implementar aireación mecánica en algunos puntos de la laguna.

El repollito de agua se trata de un “mal menor”, ya que, por su consumo de nutrientes y su forma de reproducción, previene la floración de algas que generaría una degradación mayor de la calidad de agua, no obstante, es necesario controlarlas para poder realizar actividades deportivas en la laguna. Las causas principales por las que el repollito se reproduce en forma descontrolada son la temperatura, estanqueidad del agua y la profundidad de la laguna. Si se elimina en su totalidad existe la posibilidad de que afloren algas las cuales podrían generar una disminución en la calidad de agua de la laguna. Se recomienda mantener la cobertura de la laguna con repollito de agua, alrededor de un 25% de la superficie. Esta medida permitiría el uso recreativo manteniendo la naturaleza del ecosistema, reduciendo el grado de eutrofización y restringiendo la reproducción algar. De



acuerdo a esta conclusión se infiere que la cosecha debe realizarse inevitablemente. El método de control de la *Pistia Stratiotes* con esta metodología es mediante cosechadoras mecánicas para su retirada de la superficie y para evitar la acumulación en las costas de grandes cantidades de material cosechado, deberá buscarse un aprovechamiento del mismo cerca del lugar de recolección. Por ejemplo, mejorando la estructura de los suelos mediante compost, fertilizantes e inclusive suplemento en la alimentación de cerdos, vacunos, etc. Ofreciendo facilidades a la actividad privada a su reutilización para lograr una actividad de bajo costo o que no genere gastos al municipio.

Si bien, según la metodología empleada, las riberas se encuentran severamente alteradas, estas colaboran a la buena calidad del agua ya que actúan como filtro y amortiguación, retardando el ingreso del agua a la laguna. Dado que las riberas colaboran a la buena calidad del agua, se recomienda aumentar la superficie de las zonas buffer, para retardar el ingreso a la laguna y mejorar su calidad.

Si bien la planta de tratamiento de líquidos cloacales del municipio se encuentra en cercanía de la laguna, se descartó el posible ingreso de efluentes cloacales, ya que la misma se encuentra aguas abajo de la compuerta de descarga, donde inicia el canal que termina en el sistema Vitel-Chascomús. No obstante debe ser controlado periódicamente el canal en su limpieza, sobre todo en la parte entubada donde no se ve de forma directa, pues una obstrucción en el mismo podría provocar un remanso que haga ingresar efluente cloacal a la laguna.

Si bien, no se encontraron valores alarmantes en los análisis de calidad de agua, los valores más altos de materia orgánica se hallaron en los puntos cercanos a los canales de ingreso, provenientes de pluviales de la ciudad, parque industrial y campos aledaños. Se debe realizar un control periódico de los ingresos a la laguna, con el fin de identificar eventuales vuelcos contaminantes. Esto se debe efectuar principalmente en los canales provenientes del parque industrial, de los campos adyacentes y de recolección de pluviales.

El balance hidráulico completo de la laguna no se pudo realizar, por no contar con la información de agua subterránea y no poseer los datos de modificación de los niveles de la laguna. En la actualidad la municipalidad no cuenta con datos hidrometeorológico locales, por lo que se debería gestionar la forma de poder crear una base de datos propia y confiable, para entender mejor el comportamiento de la zona en estudio, instalando una estación hidrometeorológica homologada al SMN, con instrumental básico para medir al menos precipitaciones, dirección y velocidad del viento, temperatura y humedad, instalada en una de las islas y debidamente protegida.

El almacenamiento de la laguna no se puede conocer en profundidad dado que no se dispone con la topografía completa del espejo de agua con su zona periférica, lugar donde se estimó como posible zona buffer en caso de existir un desborde por rebalse de la laguna. La laguna presenta mayores profundidades en el sector noreste coincidente con la zona de egreso, alcanzando un valor máximo de 1.85 metros y menores profundidades en el sector sudeste, con un promedio de 1.10 metros y un mínimo de 0.94 metros, cercano al ingreso del canal proveniente del parque industrial. La diferencia de profundidades se debe a las tareas de dragado que se realizaron en el sector del egreso. Debería realizarse una nueva batimetría completa de la laguna y la topografía del perilago y de las zonas vecinas para delimitar claramente las cuencas de aporte, y así conocer los caudales superficiales ingresantes, el almacenamiento que se puede resolver el cuerpo de agua y el caudal saliente en la compuerta, a fin de desarrollar un plan de regulación de la compuerta, garantizando un volumen mínimo y máximo de agua durante eventos de sequía y de excedentes hídricos. Para esto se propone la instalación una regla en la compuerta para medir niveles y secciones de aforo en los canales de ingreso, a lo que puede sumarse otra medida de niveles en el sector del camping, el cual tiene personal disponible en forma diaria, a los que se deberá capacitar convenientemente.

Respecto a la evapotranspiración, según los métodos de análisis empleados se puede concluir que para la serie analizada no se observan periodos de sequía en la laguna, sin embargo, esto valores deberían ajustar contemplando el consumo de agua que requiere la vegetación acuática (el repollito de agua) y la vegetación de las riberas, de esta forma se tendría un valor real del consumo de agua de la vegetación. Tampoco se pudo establecer en forma directa si la laguna tiene o no aporte de agua subterránea. No obstante, se puede suponer que, en el período de verano, cuando se realizaron los análisis de calidad, no

habría aportes de agua subterránea, dada la baja salinidad presentada. Es necesario implementación de un programa de monitoreo de calidad de agua de la laguna y realizar un monitoreo sistemático de las variables ambientales agua superficial y agua subterránea para ver cómo interactúan entre sí en la zona de la laguna.

Finalmente, a modo de conclusión final del trabajo es importante destacar que las actividades desarrolladas entre la Academia y la Municipalidad han sido altamente positivas, resultado el aporte del personal de la Universidad y de la CIC fundamentales para lograr los resultados obtenidos. Es destacable además la situación que se presenta al poder aportar desde los equipos técnicos y personal de apoyo, soluciones reales, de aplicación práctica y de directa repercusión en la sociedad, al desarrollar estos trabajos con las comunas que no poseen capacidad técnica para poder llevar adelante estudios de esta naturaleza, colaborando además en el fortalecimiento institucional de las mismas que llegará con las futuras capacitaciones previstas para implementar las medidas planteadas. Vale desatacar además que en este trabajo permitió desarrollar un trabajo final de grado de la carrera de ingeniería hidráulica y dos prácticas profesionales supervisadas de dos alumnos de las carreras de ingeniería hidráulica y de ingeniería química, quienes pudieron interactuar con los propios interesados en el tema: las autoridades y vecinos de la ciudad de Ranchos, resultando en una importante experiencia personal para cada uno de ellos. Sin dudas se ha tratado de un trabajo donde el conocimiento ha sido una herramienta insoslayable para el desarrollo, en este caso apuntado a la recuperación del humedal Laguna de Ranchos, un recurso natural de los habitantes de Ranchos y todos los bonaerenses.

## **BIBLIOGRAFÍA**

ADA, Autoridad del Agua Resolución 336/2003. ANEXO II: Parámetros de Calidad de las Descargas Límite Admisibles.

Brian Oram. B.F., The water quality index. Monitoring the quality of Surface waters. Calculating NSF WQI.

Brown, R., Mc Clelland, N. I. & Deini, R., 1972. Indicators of Environmental Quality. Environmental Science Research.

CIC Prov. De Bs. As. Año 1982-La Plata “Los ambientes Lagunares de la Provincia de Buenos Aires”

Desarrollo de técnicas de laboratorio y monitoreo ambiental. Proyecto de Extensión UNLP-EET N°2 Santiago de Liniers, 2014.. Tutor: Ing. Sosio Verónica.

Diagnóstico y gestión ambiental en la Laguna del Parque Unzué (Gualeduaychú, Entre Ríos) con énfasis en el estudio de la diversidad de fitoplancton. Tesina de Diamela Gianello. Universidad autónoma de Entre RIOS – Facultad de ciencia y tecnología. Sede Gualeduaychú.

Eduardo Troitino, Año 2010 – Azul “La conservación de las zonas ribereñas de arroyos pampeanos”

Elordi M. Lucila, 2016. Tesis doctoral.

Estudio de Evapotranspiración, F. Javier Sánchez San Román – Depto. Geología Univ. Salamanca, Año 2001, <http://hidrologia.usal.es/temas/Evapotransp.pdf> Gerard A. Cole, Año 1988 Buenos Aires. Argentina. “Manual de Limnología”

Jelinski- Sosio, 2015. Apuntes de cátedra Transporte e Hidroquímica de contaminantes. UNLP

Hugo E. Basile, Pedro A. Zimmerman, Erik D., Año 2000 Rosario. Argentina. “Hidrología: procesos y métodos de Orsolini”

INTA, 2010. muestreo, transporte y conservación de muestras de agua

Instituto de Limnología “Dr R.A. Ringuelet” Biología Acuática N°24, Año 2008. “Los Humedales Pampeanos como Herramientas para preservar las Lagunas”

Maricel Patricia Cattaneo y Estela Mónica López Sardi, 2013. “Evolución de la calidad del agua de la cuenca Matanza-Riachuelo”

Ordenanza N°43 Municipal, Municipalidad de Ranchos.

Rolando Quirós et al, 2002. "Análisis del estado trófico de las Lagunas Pampeanas"

Rolando Quirós, Año 2002. "Factores que afectan la estructura y el funcionamiento de las lagunas pampeanas".

Rolando Quirós, Año 2005 Bs. As "La ecología de las lagunas de las Pampas"

Rolando Quirós Año 2004 Bs. As "Sobre la Morfología de las Lagunas Pampeanas"

<http://inaciosebastian.blogspot.com.ar/>

<http://www.mosp.gba.gov.ar/sitios/hidraulica/informacion/planmaestro.php>

<http://revistaaquatic.com/aquatic/html/art1404/pejerrey.htm>

<http://www.opds.gba.gov.ar/index.php/leyes/ver/64>

[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-70142009000100007](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-70142009000100007)

<http://www.bago.com/BagoArg/Biblio/farmaweb343.htm>

<http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s0f.htm>

[https://es.wikipedia.org/wiki/Pistia\\_stratiotes](https://es.wikipedia.org/wiki/Pistia_stratiotes)

<http://www.smn.gov.ar/>