

# peu

programa de estudios urbanos

maestría • doctorado

**Tesis de Maestría en Estudios Urbanos**

**Título: Desarrollo de un índice de sustentabilidad de lagunas urbanas y su aplicación en el noroeste de la Región del Gran Buenos Aires**

**Tesista: Lic. Lorena Cecilia Gomez**

**Director: Dra. Luz Allende**

**Co-director: Dr. Carlos A. Ruggiero**

**Lugar y fecha: Los Polvorines, diciembre 2023**

La presente investigación se realizó en el marco de los proyectos de investigación

***Proyecto de investigación plurianuales (PIP) - CONICET***

Título: Remediación de ambientes acuáticos urbanos degradados: Hacia el diseño de un sistema de clasificación de estado ecológico y de planes de manejo.

Período: 2018 - 2021

Código: 11220170100256CO

Resolución: RESOL-2018-8-APN-DIR#CONICET

Investigador titular: Dra. Luz Allende, co-titular: Dra. María Soledad Fontanarrosa.

***Proyecto de investigación científica y tecnológica (PICT) - CONICET***

Título: Evaluación del estado ecológico de lagunas urbanas y periurbanas: diseño de un sistema de clasificación y propuestas para el mejoramiento de la salud ecosistémica.

Período: 2019 - 2023

Código: ANPCyT, PICT 2018-02021

Investigadora Responsable: Dra. María Soledad Fontanarrosa, grupo responsable: Dra. Luz Allende.

Publicaciones y presentaciones en reuniones científicas realizadas

Fontanarrosa, M.S, **Gomez, L.**, Avigliano, L., Lavarello, A., Zunino, G., Sinistro, R., Vera, M. S., & Allende, L. (2023). Land uses in cities and their impacts on the water quality of urban freshwater blue spaces in the Pampean region (Argentina). *Environmental Monitoring and Assessment*, 195:648. <https://doi.org/10.1007/s10661-023-11216-7>

Bulbo J., Lavarello A., **Gomez, L.**, Fontanarrosa M. S., y Allende L. Calidad del agua en estanques urbanos: propuesta de un índice simplificado para su diagnóstico. (2022). En Tercer Seminario Internacional: Restauración del Bioma Pampa. Lugar: Montevideo, Uruguay. Resumen libre.

Fontanarrosa, M.S., **Gomez, L.**, Avigliano, L., Lavarello, A., Allende, L. (2021). Estudio del uso de la tierra en el entorno de lagunas urbanas y su relación con la calidad del agua para la vida acuática. En III Jornadas Internacionales y V Nacionales de Ambiente. Universidad Nacional de Hurlingham y Universidad Nacional de Moreno. Póster.

Avigliano, L., **Gomez, L.**, Graziano, M., Fontanarrosa, M., Sinistro, R., Zunino, G., Lavarello, A., Vera, M. y Allende, L. (2019). Calidad del agua de lagunas urbanas en parques públicos, privados y en áreas protegidas (Buenos Aires). En 4to Congreso Latinoamericano de Estudios Urbanos: Transformaciones metropolitanas en América Latina. La investigación frente a nuevos escenarios. Lugar: Los Polvorines; Año: 2019. Ponencia.

# Resumen

Las lagunas urbanas, también denominadas espacios azules, son elementos clave en las ciudades ya que son proveedoras de diversos servicios ecosistémicos. Actualmente, dado el acelerado crecimiento urbano, estos ecosistemas se ven fuertemente impactados y su calidad se ve degradada. Existen escasos antecedentes, a diferencia de otros ambientes acuáticos, que vinculen su estudio con otros indicadores más allá de las variables físicas, químicas y biológicas. La presente investigación tuvo como objetivo general desarrollar un Índice de Sustentabilidad de Lagunas Urbanas que consideró las cuatro dimensiones de la sustentabilidad: político-institucional, socioeconómica, ecológica y comunitaria. El índice propuesto considera un total de 14 indicadores que priorizan aspectos de cada dimensión. Los indicadores de la dimensión político-institucional utilizados fueron: *aplicación de instrumentos de protección, existencia de legislación específica de protección e implementación de actividades de manejo*. Para la dimensión socioeconómica se consideraron cinco indicadores: *hogares con cobertura de cloacas en un radio de influencia 500m, hogares con recolección de residuos en un radio de influencia de 500m, existencia de pluviales en un radio de influencia de 500m, suelo no impermeabilizado artificialmente en un radio de influencia de 500m, industrias según su impacto ambiental localizadas en un radio de influencia de 500m*. La dimensión ecológica se analizó mediante el *índice de calidad de agua objetivo* (Pesce y Wundelin, 2000) y *presencia de Escherichia coli*. Por último, para la dimensión comunitaria se utilizaron los indicadores: *accesibilidad a los espacios verdes y su laguna, presencia de mobiliario urbano, desarrollo de actividades comunitarias y existencia de conflictos por el uso del suelo*. Para evaluar su potencial de aplicación, se tomaron como caso de estudio cuatro lagunas ubicadas en el noroeste del conurbano bonaerense. Los cuerpos de agua seleccionados se encuentran en áreas naturales protegidas y en un espacio verde público, y están localizados en el primer y segundo cordón. Los resultados obtenidos del índice, permitieron clasificar las lagunas según dos niveles de sustentabilidad: moderado y alto. Los valores del índice de sustentabilidad clasificaron a las lagunas del primer cordón del conurbano con una categoría de sustentabilidad alta, mientras que a las del segundo cordón con moderada. A su vez, los resultados obtenidos en las dimensiones de análisis, indicaron una mayor sustentabilidad para las dimensiones socioeconómica, ecológica y comunitaria en los cuerpos de agua con un nivel alto de sustentabilidad. Esto plantea un desafío para futuras investigaciones donde se valide el índice a partir de incorporar al análisis un número más amplio de lagunas urbanas. Dada la síntesis de información y resultados que otorga el índice, este tiene el potencial de ser una herramienta para la gestión, planificación urbana y la comunicación de resultados en pos de generar ciudades cada vez más habitables.

**Palabras clave:** Lagunas urbanas, Conurbano bonaerense, Sustentabilidad, Índice de sustentabilidad, Espacios Azules.

# Agradecimientos

Luego de un vertiginoso recorrido, cierro esta etapa la cual fue posible gracias al apoyo de diferentes personas que me acompañaron en este camino. Agradezco:

A mi familia por estar siempre a mi lado, apoyarme y darme palabras de aliento cuando las necesitaba.

A Lean por ser mi pilar en todo momento, mi gran compañero y confidente.

A Luz Allende por animarse a dirigir esta tesis, por su entrega como directora y por todo lo que aprendo con ella día a día. Pero por, sobre todo, quiero agradecer por su calidez, cariño y contención cuando lo necesitaba.

A Carlos Ruggiero por incentivar me a seguir este posgrado y por participar en la dirección de esta tesis. Gracias por todo el tiempo dedicado, los intercambios presenciales y a la distancia y por las palabras de apoyo siempre para seguir adelante.

A todo el equipo de trabajo de Espacios Azules, a Sole Fontanarrosa por considerarme para participar en los diferentes proyectos de investigación y actividades del equipo. A Luli Avigliano, Agus Lavarello, Jony Bulbo, Lu Molina y Gabriel Zunino por el esfuerzo y tiempo invertido en cada muestreo a campo. También por las jornadas en el laboratorio, almuerzos en la oficina, mates y tantas charlas compartidas.

A Susi Lusich y Emma Maldonado que fueron los mejores compañeros que pude tener para cursar la maestría. Más que compañeros, hoy son grandes amigos. También a Dani López de Munaín, Normi Faitani y Sil Ramat, siempre acompañando cada avance.

A mis compañeros de la DGCTA del ICO que me acompañaron desde el comienzo de este recorrido. A las chicas del posgrado, especialmente a Flor Ruggiero que atendió y resolvió cada consulta con la que llegaba a la oficina.

A los municipios de Malvinas Argentinas, San Isidro, Vicente López y Moreno por permitir desarrollar esta investigación en sus espacios azules y a cada uno de los responsables con los que me contacté por su tiempo y predisposición: Mario Torrano del Cuerpo de Guardaparques de la Reserva Municipal Los Robles de Moreno, Florencia Gavirati coordinadora de la Reserva Ecológica de Vicente López, Bárbara Gasparri responsable del Parque Municipal Ribera Norte de San Isidro y Natalia Arias de la Subsecretaría de Medioambiente y Desarrollo Sostenible de Malvinas Argentinas.

A la Universidad Nacional de General Sarmiento por brindarme una formación de base de excelencia desde la educación pública y gratuita y darme la oportunidad de seguir formándome y realizar esta investigación.

# Índice

1. Introducción	8
1.1 Sustentabilidad y herramientas de análisis	8
1.2 Espacios azules: estanques y lagunas urbanas en áreas verdes	11
1.3 Herramientas para evaluar sustentabilidad en lagunas urbanas	13
1.4 Objetivo general y específicos	13
2. Metodología	14
2.1 Índice de Sustentabilidad de Lagunas Urbanas	14
2.2 Indicadores de la dimensión político-institucional	16
2.3 Indicadores de la dimensión socioeconómica	17
2.4 Indicadores de la dimensión ecológica	20
2.5 Indicadores de la dimensión comunitaria	23
2.6 Síntesis	25
3. Caso de aplicación del Índice de Sustentabilidad de Lagunas Urbanas	26
3.1 Área de estudio	26
3.2 Materiales y métodos	32
4. Resultados de la aplicación del Índice de Sustentabilidad de Lagunas Urbanas	36
4.1 Marco normativo y actividades de gestión	36
4.2 Acceso a servicios básicos de agua y saneamiento	39
4.3 Usos del suelo	39
4.4 Características físico-químicas y biológicas de los cuerpos de agua	41
4.5 Acceso a los recursos y participación comunitaria	44
4.6 Conflictos e incompatibilidades sobre el uso del suelo	47
4.7 Índice de Sustentabilidad de Lagunas Urbanas	49
5. Discusión	51
5.1 El Índice de Sustentabilidad de Lagunas Urbanas como herramienta de gestión y comunicación	51
5.2 Dimensiones de la sustentabilidad	52
5.3 Lagunas urbanas y ciudades sustentables	57
6. Conclusiones	58
Anexo 1- Creación de los espacios verdes y orígenes de las lagunas urbanas	60
Anexo 2- Guía de preguntas para entrevistas exploratorias semiestructuradas	65

# 1. Introducción

Por primera vez en la historia, más de la mitad de la población mundial vive en zonas urbanas y de acuerdo con las tendencias actuales, la superficie del suelo urbano aumentará en 1,2 millones de km<sup>2</sup> en el 2030, es decir, casi se triplicará a nivel mundial entre el 2000 y el 2030 (PNUD, 2016). El rápido crecimiento urbano, se ha convertido en un factor de preocupación para diferentes actores sociales, ya que las actividades humanas asociadas a la urbanización tienen un impacto sobre el ambiente natural (Puchol-Salort et al., 2021). El crecimiento acelerado de la población y las demandas del entorno urbano impactan sobre la estructura y funciones del ambiente en el que se implantan y contribuye a diversos problemas ambientales, como la contaminación del aire y el agua (PNUD, 2016), cambios en el uso y cobertura del suelo (Pradhanang y Jahan, 2021; Zhou et al., 2022), la fragmentación del hábitat y pérdida de biodiversidad, el calentamiento urbano y regional, el aumento de la escorrentía y contaminación del agua (Zhou et al., 2022). A su vez, ocasiona cambios en los ciclos biogeoquímicos, diferentes problemas asociados con la disposición de residuos sólidos y el consumo de energía (Pradhanang y Jahan, 2021) y mayores emisiones de gases de efecto invernadero de origen doméstico (Mahtta et al., 2022).

En este contexto resulta crítica la calidad ambiental del entorno urbano, por la cantidad de personas expuestas a sus condiciones y por el impacto que las personas tienen en el ambiente (Izquierdo, 2022). El desarrollo urbano sustentable es crucial para minimizar las presiones en el ambiente natural y en los sistemas de infraestructura urbana existentes como agua, energía y suelo (Puchol-Salort et al., 2021). Por lo tanto, diversos autores mencionan la necesidad de una transición hacia la sustentabilidad urbana (Puchol-Salort et al., 2021; Couret, 2021; Zeng et al., 2022).

## 1.1 Sustentabilidad y herramientas de análisis

La revisión del concepto de desarrollo sustentable permite la comprensión del término sustentabilidad. La aparición del concepto se remonta a la década de los setenta cuando diferentes investigaciones y documentos advertían sobre la necesidad de establecer límites al modelo de desarrollo económico occidental por los impactos negativos que se evidenciaban en el ambiente (Ruggerio, 2021). Un primer concepto que surgió en este marco, es el de ecodesarrollo basado en los pilares de autonomía en la toma de decisiones, equidad y prudencia ecológica y promovía un crecimiento cualitativo dirigido a armonizar los objetivos sociales y ecológicos con una gestión ecológicamente apropiada (Gallopín, 2006). Luego, fue reemplazado por el concepto de desarrollo sustentable que toma amplia difusión política con el Informe Brundtland en 1987. De acuerdo a las Naciones Unidas, en su informe, definen el desarrollo sustentable como aquello que permite satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones de satisfacer sus necesidades propias (Brundtland, 1987).

El desarrollo sustentable ha sido definido a partir de diferentes puntos de vista teóricos (Gallopín, 2006) y cuestionado principalmente por la vinculación con el crecimiento económico (Verma y Raghubanshi, 2018). De acuerdo a Ruggerio (2021), las discusiones se dieron en torno al entendimiento del desarrollo como crecimiento económico que resulta incompatible con la sustentabilidad ya que es imposible el crecimiento infinito en un planeta finito. A su vez, el autor menciona que otros destacan la importancia del crecimiento económico para obtener los recursos necesarios para alcanzar la sustentabilidad.

La sustentabilidad, puede comprenderse a partir del reconocimiento de la complejidad de los sistemas reales. Esto implica entender a los sistemas como un conjunto de elementos que se interrelacionan generando propiedades emergentes, con diversas dimensiones como la social, político institucional, económica y ecológica interrelacionadas (Gallopín, 2006; Ruggerio, 2021). La sustentabilidad, es una propiedad o atributo de los sistemas abiertos a interacciones con su mundo externo y no es un estado fijo de constancia, sino la preservación dinámica de la identidad esencial del sistema en medio de cambios permanentes (Gallopín, 2003).

El concepto de sustentabilidad es ampliamente utilizado y toma relevancia en la investigación científica sobre temas ambientales (Cánovas et al., 2022; Xie et al., 2022), políticas vinculadas a la gestión del ambiente (Pereira y Baró, 2022), la producción industrial (Naciones Unidas, 2015; de Oliveira Neto et al., 2019) y agrícola (Jhariya et al., 2021) entre otros. En la actualidad, el paradigma ha planteado la necesidad de una transición estructural y social hacia un modelo alternativo de organización que abarque la dimensión ética y ecológica del desarrollo, la protección del ambiente y la biodiversidad, así como también reconsiderar las necesidades, aspiraciones y prioridades humanas presentes y futuras, y los cambios en la distribución de los costos y beneficios del desarrollo (Narciso y Paredes, 2021). La sustentabilidad es considerada una estrategia efectiva para afrontar los riesgos asociados a la urbanización y los desastres naturales y colaborar al proceso de planificación urbana (Zeng et al., 2022). Debido a esto, durante los últimos años los tomadores de decisiones, los grupos de interés y los medios de comunicación, han manifestado un interés creciente en diseñar mecanismos o herramientas útiles para evaluar la sustentabilidad (Soto y Schuschny, 2009; Mori y Christodoulou, 2012; Berger et al., 2023). Por lo tanto, el uso de índices e indicadores de sustentabilidad toma cada vez más relevancia como herramienta de análisis, evaluación y comunicación (OECD, 2008; Singh et al., 2012; Verma y Raghubanshi, 2018).

Un indicador es una herramienta que se construye a partir de una o más variables y permite medir un atributo del objeto de estudio. Los indicadores de sustentabilidad pueden ser simples o compuestos. Los primeros son aquellos que miden fenómenos individuales como el número de personas que viven por debajo del umbral de la pobreza o el porcentaje de cobertura verde (Verma y Raghubanshi, 2018). Mientras que un indicador compuesto, es una representación simplificada que busca resumir un concepto multidimensional en un índice (unidimensional) con base en un modelo conceptual subyacente (Soto y Schuschny,

2009). Puede ser de carácter cuantitativo o cualitativo y mide conceptos multidimensionales que no pueden ser capturados por un solo indicador (OECD, 2008). A su vez, pueden clasificarse en cuatro categorías de indicadores: 1- basados exclusivamente en las ciencias naturales, 2- de desempeño de políticas, 3- basados en criterios contables y 4- sinópticos (Soto y Schuschny, 2009). Al trabajar con cualquier tipo de indicadores compuesto, se deben considerar las ventajas y limitaciones que tiene para no presentar resultados erróneos. Entre las ventajas, se encuentran la capacidad de reducir la complejidad de la información, la integración y el resumen de diferentes dimensiones, la fácil interpretación por su capacidad de síntesis y la capacidad de facilitar la comparación entre unidades de análisis y su evolución. Mientras que, entre las desventajas, se puede proveer mensajes confusos si los indicadores están mal contruidos o interpretados, y pueden presentar una simplificación excesiva de la realidad, por lo que se propone como alternativa considerar el cálculo de sub-indicadores (Soto y Schuschny, 2009). A su vez, la elección de los indicadores puede presentar un desafío por la limitada información disponible y por la falta de un marco conceptual para su elección (Xie et al., 2022). Los indicadores también deben cumplir con los criterios de ser integradores, predictivos y distributivos. Es decir, deben poder unir o interrelacionar las dimensiones sociales, económicas y ambientales de la sustentabilidad; poder predecir situaciones a futuro, y medir no sólo la equidad intergeneracional sino también la intrageneracional (Di Pace y Crojethovich, 1999). A su vez, deben presentar las condiciones de tener una perspectiva holística, capacidad distributiva, articulación causa-efecto, capacidad proyectiva, evaluar riesgos e incertidumbre y evaluar la gestión.

Definir el marco conceptual es indispensable en la construcción de los indicadores. De acuerdo a Gallopín (2006) el concepto de desarrollo sustentable denota un proceso que debe ser sustentable en las dimensiones sociales, económicas, ambientales, culturales e institucionales. Dada la naturaleza multidimensional del concepto, se requiere utilizar un marco conceptual integrado y sistémico. En este sentido, se distinguen cuatro subsistemas principales: el social, el económico, el institucional y el ambiental considerados como las dimensiones o pilares del desarrollo sustentable (Gallopín, 2006; Xie et al., 2022). De acuerdo a Gallopín (2006), la primera dimensión incluye las variables de la calidad de vida, de la renta y su distribución y de los aspectos demográficos. La segunda, la económica, incluye la producción, consumo de bienes y servicios, el comercio, el ambiente construido y los residuos generados por el consumo y producción. La tercera dimensión, la institucional, se compone por las instituciones formales e informales de la sociedad, las leyes, las regulaciones y las políticas, y también incluye las estructuras y los procesos sociales principales y el conocimiento y los valores de la sociedad. La cuarta dimensión, la ambiental, incluye el ambiente natural en sus aspectos de recursos naturales, procesos ecológicos, condiciones de soporte vital, y la biodiversidad (Gallopín, 2006). Por último, la dimensión cultural es incorporada también recientemente (Xie et al., 2022).

Actualmente, es creciente el interés y los intentos por hacer las ciudades más habitables y sostenibles a pesar del acelerado ritmo de la urbanización (Santhosh, 2022). Es así que los



índices de sustentabilidad y los indicadores compuestos son cada vez más utilizados y reconocidos como una herramienta poderosa para la formulación de políticas y la comunicación pública (Singh et al., 2012; Branchi 2022). Existen diferentes experiencias en el ámbito urbano de evaluación de la sustentabilidad a diferentes escalas espaciales y temáticas de análisis. Tal es el caso de Panda et al. (2016) que proponen un índice de sustentabilidad social urbana considerando las dimensiones económica, social, ambiental e institucional aplicado a cuatro ciudades de India. Así como la experiencia de Xie et al. (2022) que analizaron la sustentabilidad urbana a una escala regional combinando información estadística socioeconómica e información ambiental mediante sensores remotos aplicados a grandes ciudades y pequeños estados de China.

Como se ha mencionado anteriormente, el actual ritmo acelerado del crecimiento urbano genera diversos desafíos ambientales entre ellos impactos sobre diversas fuentes de agua implicando cambios hidrológicos y ecológicos (Das y Das, 2022). En la actualidad, la sustentabilidad del agua urbana es un subdominio crítico de la sustentabilidad, es uno de los diez principales desafíos de sustentabilidad global y un tópico principal para las ciudades (Berger et al., 2023). Tal es la importancia del agua como elemento en la ciudad, que Naciones Unidas plantea como sexto Objetivo de Desarrollo Sustentable (ODS) asegurar el acceso al agua y saneamiento para todos (Naciones Unidas, 2015).

## 1.2 Espacios azules: estanques y lagunas urbanas en áreas verdes

Las aguas urbanas, o también conocidas recientemente como espacios azules, incluyen a las aguas superficiales tales como lagunas, ríos, arroyos, canales, etc., naturales o artificiales, que son accesibles a la comunidad por su proximidad (estar dentro, sobre o cerca del agua) o por su distancia (poder ver, oír o sentir el agua) (Grellier et al., 2017). Es común, en el ámbito urbano, que estos espacios presenten un nivel alto de contaminación por actividades humanas y alteraciones de la morfología e hidrología y que, como consecuencia, muchos de los cuerpos de agua lénticos, estén degradados y presenten mala calidad de agua (Teurlincx et al., 2019; Rodrigues et al., 2022).

Las lagunas urbanas se pueden definir como cuerpos de agua pequeños, poco profundos con una superficie entre  $10-10^6$  m<sup>2</sup> que pueden clasificarse de acuerdo a su función primaria en estanques de jardín, industriales, estanques y lagunas ornamentales, sistemas de drenaje y reservas naturales (Hassall 2014). En las ciudades, ofrecen una serie de servicios ecosistémicos que son críticos para el bienestar y la salud de las personas, la protección del ambiente y la habitabilidad en las ciudades (Das y Das, 2022). Entre los servicios que ofrecen, se pueden mencionar ser refugios para la biodiversidad, la regulación del clima, la refrigeración del aire, el almacenamiento de agua, la prevención de inundaciones, la purificación del agua, y contribuyen con servicios culturales como la recreación al aire libre, el turismo, el sentido de pertenencia y los valores estéticos (Mitroi et al., 2022; Plieninger et

al., 2022). A su vez, existen antecedentes sobre los beneficios para la salud y el bienestar que estos cuerpos de agua aportan a la comunidad (Völker y Kistemann, 2011; Higgins et al., 2018; Georgiou et al., 2021). Estudios recientes demuestran que los espacios azules tienen impactos positivos en la salud como la disminución de la tasa de mortalidad, mejoras en la salud física, y mental (Georgiou et al., 2021) y beneficios asociados a las actividades de descanso, relajación, actividad física, prácticas culturales y religiosas y el placer estético que brindan a los usuarios (OMS, 2021).

Sin embargo, estos cuerpos de agua que forman parte de los espacios recreativos en las ciudades, pueden representar un riesgo para los usuarios cuando la calidad de sus aguas es mala (White et al., 2021; OMS, 2021). En tal sentido, deben considerarse los factores de riesgo junto a los beneficios que brindan a fin de evaluar el potencial impacto para la población. Existe evidencia emergente que sugiere que los riesgos asociados con la exposición a los espacios azules recreativos generan preocupación a nivel mundial y que conocer el grado de interacción y tipo de exposición y actividades es fundamental para analizar el riesgo de enfermedades (Adhikary et al., 2022). La Organización Mundial de la Salud (2021) clasifica las actividades recreativas en tres categorías: 1- sin contacto: donde no hay contacto directo con el agua como por ejemplo, caminar alrededor de un lago, o tomar sol en una playa, 2- contacto incidental: donde solo se mojan regularmente las extremidades y es inusual un mayor contacto como por ejemplo, pasear en bote, pescar, caminar y 3- contacto de cuerpo completo: donde el cuerpo completo o la cara y el torso se sumergen con frecuencia, por ejemplo nadar o bucear.

Los cuerpos azules, se ven amenazados por diversas presiones antropogénicas como la contaminación industrial, agrícola y doméstica (Hassall, 2014; Oertli y Parris, 2019), la presencia de especies invasoras, la alta descarga de nutrientes y sedimentos, alteraciones hidrológicas, el cambio climático, la pérdida de la biodiversidad, la sobreexplotación de los recursos hídricos (Hassall, 2014; Teurlincx et al., 2019) y en algunas ocasiones, las estrategias de gestión implementadas (Mitroi et al., 2022). Esto conlleva a la pérdida de la calidad ambiental y de biodiversidad, la presencia de sustancias tóxicas aumentando la peligrosidad para los usuarios y en muchos casos pérdida de valores estéticos y deterioro del paisaje en la ciudad. Actualmente, la contaminación fecal en las aguas recreativas es un tema de preocupación pública ya que estudios epidemiológicos reportaron riesgos crecientes de enfermedades asociadas a la exposición de aguas contaminadas con excretas (Russo et al., 2020). Un indicador ampliamente utilizado para analizar la calidad del agua de uso recreativo es la presencia de *Escherichia coli* (Davis et al., 2022). Las bacterias *E. coli* se encuentran en el sistema digestivo de los humanos y otros animales y se eliminan en las excretas y su presencia en el agua indica contaminación fecal (Davis et al., 2022).

La calidad del agua es un tema de interés a nivel global y se ha convertido en el indicador más importante en los sistemas acuáticos (Li et al., 2021). Se define como una medida para evaluar el uso del agua para diferentes propósitos, por ejemplo, industrial, agrícola, potable,

recreativo, protección de la vida silvestre, utilizando varios parámetros que pueden ser físicos, químicos y biológicos (Fontanarrosa et al., 2023). A su vez, la evaluación de la calidad contribuye a la detección temprana de la degradación y puede contribuir en la toma de decisiones en términos de políticas de gestión de recursos hídricos (Tampo et al., 2023).

### 1.3 Herramientas para evaluar sustentabilidad en lagunas urbanas

Dada la importancia de los espacios azules en los sistemas urbanos, actualmente hay un creciente desarrollo de investigaciones sobre estos cuerpos de agua (Oertli y Parris, 2019; Hill et al., 2021; Mitroi et al., 2022). Los principales tópicos analizan variables físicas, químicas e indicadores ecológicos asociados a las lagunas urbanas y son pocos los estudios que aborden aspectos sociales (Blicharska et al., 2017). Entre estos, se pueden mencionar los trabajos de Gledhill et al. (2005), Fazli (2016), Blicharska et al. (2017) o Mitroi et al. (2022) que incorporan dimensiones sociales a los estudios sobre lagunas urbanas. En el trabajo de Gledhill et al. (2005) toma relevancia la dimensión del paisaje desde la subjetividad, mientras que Fazli (2016) remarca que la prioridad en el manejo de los recursos hídricos es alcanzar el balance entre las necesidades ambientales, económicas y sociales. El estudio desarrollado por Blicharska et al. (2017), explora sobre las cuestiones del entorno próximo a las lagunas y cómo afectan en la biodiversidad. Por último, Mitroi et al. (2022) utiliza indicadores de calidad, análisis del uso del suelo e incluye la percepción del público en el estudio de tres lagunas urbanas.

Pese a estos hallazgos, no se han identificado experiencias que contemplen las cuatro dimensiones de la sustentabilidad ni la aplicación de índices o indicadores compuestos en investigaciones sobre lagunas urbanas. Las experiencias registradas de indicadores de sustentabilidad aplicadas a cuerpos de agua, tienen como objeto de estudio principalmente cuencas urbanas como las investigaciones de Sandoval-Solis et al. (2011), Cervantes-Jiménez et al. (2020) o Branchi (2022) o aplicaciones en lagunas asociadas a la acuicultura (Dolorosa, 2016; Agry et al., 2023).

### 1.4 Objetivo general y específicos

Considerando la necesidad de contar con herramientas para el análisis y evaluación de la sustentabilidad de los cuerpos de agua urbanos y la vacancia existente de instrumentos, la presente investigación tiene como **objetivo general** contribuir al desarrollo metodológico para evaluar la sustentabilidad de lagunas urbanas de uso recreativo. Para ello se proponen los siguientes **objetivos específicos**:

1. Desarrollar un índice para evaluar la sustentabilidad de lagunas urbanas.

2. Aplicar el índice a cuatro lagunas urbanas de uso recreativo de la región noroeste del Gran Buenos Aires con el fin de evaluar su viabilidad como herramienta para medir la sustentabilidad.

## **2. Metodología**

### **2.1 Índice de Sustentabilidad de Lagunas Urbanas**

Para evaluar la sustentabilidad de lagunas urbanas se desarrolló un índice de sustentabilidad denominado Índice de Sustentabilidad de Lagunas Urbanas (ISLU) a partir de un enfoque sistémico. El índice se construyó considerando las dimensiones de la sustentabilidad en base a lo propuesto por Cánovas et al. (2022), la relevancia para la selección de los indicadores se presenta en los apartados 2.2, 2.3, 2.4 y 2.5 y la valoración de los indicadores se realizó de acuerdo con los criterios propuestos por Di Pace y Crojethovich (1999).

El ISLU se compone de las dimensiones político-institucional (PI), socioeconómica (SE), ecológica (EC) y comunitaria (CO) que cuentan con una serie de indicadores los cuales tienen una valoración entre 0-1 (Tabla 1).

Tabla 1: Dimensiones, indicadores y valoración del Índice de Sustentabilidad de Lagunas Urbanas

Dimensiones	Indicadores		Valoración
Político-Institucional (PI)	PI <sub>1</sub>	Aplicación de instrumentos de protección	0-1
	PI <sub>2</sub>	Existencia de legislación específica de protección	0-1
	PI <sub>3</sub>	Implementación de actividades de gestión	0-1
Socioeconómico (SE)	SE <sub>1</sub>	Hogares con cobertura de cloacas en un radio de influencia 500m	0-1
	SE <sub>2</sub>	Hogares con recolección de residuos en un radio de influencia de 500m	0-1
	SE <sub>3</sub>	Existencia de pluviales en un radio de influencia de 500m	0-1
	SE <sub>4</sub>	Suelo no impermeabilizado artificialmente en un radio de influencia de 500m	0-1
	SE <sub>5</sub>	Industrias según su impacto ambiental localizadas en un radio de influencia de 500m	0-1
Ecológica (EC)	EC <sub>1</sub>	Índice de Calidad de Agua Objetivo (Pesce y Wundelin, 2000)	0-1
	EC <sub>2</sub>	Presencia de <i>Escherichia coli</i>	0-1
Comunitario (CO)	CO <sub>1</sub>	Accesibilidad a los espacios verdes y su laguna	0-1
	CO <sub>2</sub>	Presencia de mobiliario urbano	0-1
	CO <sub>3</sub>	Desarrollo de actividades comunitarias	0-1
	CO <sub>4</sub>	Existencia de conflictos por el uso del suelo	0-1

El ISLU se calcula como la suma ponderada de los indicadores de las cuatro dimensiones y dado que se considera un criterio de sustentabilidad fuerte, donde la dimensión ecológica es la más importante, se considera que pesa el doble que el resto de las dimensiones (Ecuación 1).

Ecuación 1

$$ISLU = PI \times (0,2) + SE \times (0,2) + EC \times (0,4) + CO \times (0,2)$$

Donde ISLU: Índice de Sustentabilidad de Lagunas Urbanas, PI corresponde a la dimensión político-institucional representada por el promedio no ponderado de los indicadores PI<sub>1</sub>, PI<sub>2</sub> y PI<sub>3</sub>; SE corresponde a la dimensión socioeconómica representada por el promedio no ponderado de los indicadores SE<sub>1</sub>, SE<sub>2</sub>, SE<sub>3</sub>, SE<sub>4</sub> y SE<sub>5</sub>; EC corresponde a la dimensión ecológica representada por el promedio no ponderado de los indicadores EC<sub>1</sub> y EC<sub>2</sub> y CO corresponde a la dimensión comunitaria representada por el promedio no ponderado de los indicadores CO<sub>1</sub>, CO<sub>2</sub>, CO<sub>3</sub> y CO<sub>4</sub>.

Finalmente, el índice se divide en tres categorías de sustentabilidad (baja, moderada y alta) de acuerdo con su valor final (Tabla 2).

Tabla 2: Categorías de sustentabilidad y valoración final del Índice de Sustentabilidad de Lagunas Urbanas

Sustentabilidad de lagunas urbanas	Valoración final del ISLU
Baja	$0 < ISLU \leq 0,33$
Moderada	$0,33 < ISLU \leq 0,66$
Alta	$0,66 < ISLU \leq 1$

En los siguientes apartados se analiza cada dimensión de sustentabilidad con sus indicadores, interpretación y valoración.

## 2.2 Indicadores de la dimensión político-institucional

### PI<sub>1</sub>: aplicación de instrumentos de protección

El indicador *aplicación de instrumentos de protección* considera la normativa aplicada para la protección de los espacios verdes y sus lagunas urbanas. Se considera que los gobiernos pueden lograr sustentabilidad promoviendo el uso sostenible de la tierra, de los recursos y mediante la protección de los ecosistemas y la diversidad biológica (ONU-Hábitat, 2020). A su vez, el desarrollo urbano sustentable incluye la preservación y restauración ambiental (Verma y Raghubanshi, 2018) y se puede lograr aplicando políticas y mecanismos de protección (Zeng et al., 2022). Considerando esto, el indicador toma los siguientes valores:

- No se aplican instrumentos de protección=0
- Se aplica legislación local=0,33
- Se aplica legislación local y provincial=0,66
- Se aplica legislación local, provincial y nacional=1

### PI<sub>2</sub>: existencia de legislación específica de protección

Teniendo en cuenta, los mismos criterios de sustentabilidad basados en la protección de los ecosistemas para el indicador anterior, el indicador *existencia de legislación específica de protección* considera la existencia de normativa específica que proteja los cuerpos de agua estudiados. La valoración que toma el indicador es de 0 a 1 de acuerdo con:

- No existe normativa específica de protección=0
- Existe normativa específica de protección=1

### PI<sub>3</sub>: implementación de actividades de gestión

El indicador *implementación de actividades de gestión*, brinda información sobre las acciones que se desarrollan en las lagunas urbanas en estudio. De acuerdo a las actividades implementadas, se puede inferir sobre el nivel de integración que existe entre el parque o área protegida y la laguna que se encuentra en ellos. Se considera que favorece la gestión sustentable de las lagunas, la aplicación de un conjunto de intervenciones como las buenas

prácticas de monitoreo en la calidad del agua y de la comunidad biológica (Waajen, 2017) como también la aplicación de métodos combinados físicos, químicos y/o biológicos para su conservación y/o restauración (Jeppesen et al., 2017). Por lo tanto, el indicador toma en consideración las diferentes acciones que realizan los gobiernos locales para el manejo de sus lagunas y tiene la siguiente valoración:

- No se implementan acciones de gestión en la laguna=0
- Se implementan acciones de gestión en la laguna=1

Cabe aclarar, que el indicador no mide la efectividad de las medidas realizadas, sino que es un indicador de la intervención de los gobiernos locales en la gestión de estos cuerpos de agua.

## 2.3 Indicadores de la dimensión socioeconómica

La sustentabilidad en el ámbito urbano se relaciona con la capacidad a largo plazo de las ciudades para planificar con éxito su mayor urbanización y crecimiento y fundamentalmente se trata de las personas y el acceso a los servicios (ONU-Habitat, 2020). Para ello, se requiere de un equilibrio entre diferentes objetivos y oportunidades como vivienda asequible, buenas redes de transporte, agua y aire limpios (Puchol-Salort et al., 2021) que deben distribuirse equitativamente y ser de igual calidad para todos los residentes (ONU-Habitat, 2020). Teniendo en cuenta esto, para analizar la dimensión socioeconómica, se seleccionaron indicadores que brindan información sobre el acceso a servicios básicos en un radio de influencia de 500m a cada cuerpo de agua.

Los indicadores seleccionados corresponden a: *hogares con cobertura de cloacas, hogares con servicio de recolección de residuos, presencia de pluviales, suelo no impermeabilizado artificialmente e industrias según su impacto ambiental.*

Para el análisis, se determinó un radio de influencia de 500m ya que el uso del suelo en el área adyacente a una laguna (500m y 1 km) tiene un impacto más significativo en la calidad del agua que el uso total del suelo en la cuenca de drenaje (Mitroi et al., 2022) y, además, permite una caracterización de su entorno más próximo (Blicharska et al., 2017; Thornhill et al. 2017; Mitroi et al., 2022).

### SE<sub>1</sub>: hogares con cobertura de cloacas

En el ambiente urbano, las áreas residenciales contribuyen en gran medida a la carga de nutrientes de las aguas urbanas no solo a través de rutas como la escorrentía sino también a través de los flujos de aguas residuales (Teurlincx et al., 2019). El indicador *hogares con cobertura de cloacas* aporta información de potenciales fuentes de contaminación por descargas domésticas y a su vez, permite identificar las diferencias socioespaciales en

relación con el acceso al servicio de saneamiento en el entorno más próximo (500m) a las lagunas urbanas.

El indicador toma los valores 0 y 1 y se pondera cada laguna de acuerdo a:

- Hogares sin acceso a la red de cloacas en el radio de influencia de 500m=0
- Hogares con acceso a la red de cloacas en el radio de influencia de 500m=1

Se considera que hay una mayor sustentabilidad cuando los hogares acceden al servicio de saneamiento, ya que disminuye la amenaza potencial de descargas de efluentes domiciliarios sin tratamiento previo y hay una mayor equidad de acceso a servicios básicos.

### SE<sub>2</sub>: hogares con recolección de residuos

La presencia de residuos sólidos se presenta como una potencial amenaza para los cuerpos de agua y corresponde a una de las fuentes difusas de contaminación que degradan la calidad de las aguas superficiales (IANAS, 2019). Los residuos sólidos, contribuyen a la presencia de sólidos en los cuerpos de agua (Tucci, 2008) y a otros contaminantes de mayor visibilidad como plásticos, materiales domésticos, fragmentos de autopartes y restos de materiales de construcción (IANAS, 2019). Por lo tanto, la presencia del servicio de recolección de residuos en el área de influencia se considera que contribuye a la sustentabilidad, ya que se reduce la potencial amenaza.

La valoración que toma el indicador es la siguiente:

- Hogares sin recolección de residuos sólidos=0
- Hogares con recolección de residuos sólidos=1

### SE<sub>3</sub>: presencia de drenaje pluvial

La concentración de la población en los centros urbanos tiene aparejado un incremento de la urbanización de los suelos, las áreas edificadas y, por lo tanto, su impermeabilización (Feng et al., 2021; Zhou et al., 2022). La superficie del suelo impermeabilizada artificialmente afecta de diferentes formas a los cursos y cuerpos de agua incrementando los volúmenes y velocidades de los flujos de escorrentía (Llopart-Mascaró et al., 2010). Se considera que la escorrentía urbana es causante de la contaminación de los cuerpos de agua receptores (Vaschetto et al., 2021; Almodóvar et al., 2022) dado que en el entorno urbano arrastra contaminación asociada a la actividad humana, que se disuelve, es arrastrada y, en última instancia, puede llegar a un medio receptor (Llopart-Mascaró et al., 2010). La gestión de estas aguas, se realiza tradicionalmente a través de las redes de drenaje pluviales, que captan la escorrentía hacia estaciones depuradoras o entornos acuáticos (Almodóvar et al., 2022).



El indicador *presencia de drenaje pluvial*, toma en consideración la presencia de la red de desagüe pluvial en el radio de influencia de 500m a cada laguna. El indicador toma los valores 0 y 1 de acuerdo a:

- Ausencia de la red pluvial en el radio de influencia de 500m=0
- Presencia de la red pluvial en el radio de influencia de 500m=1

Se considera que la presencia de red de drenaje y bocas de tormenta en el radio de influencia de 500m a las lagunas estudiadas favorece a la sustentabilidad, ya que disminuye el ingreso de aguas pluviales a los cuerpos de agua.

#### SE<sub>4</sub>: suelo no impermeabilizado artificialmente

Las lagunas urbanas generalmente son impactadas por el uso del suelo en el área de influencia que las rodea y en particular por la cantidad de superficie cubierta, por la presencia de edificaciones y superficies impermeabilizadas (Oertli y Parris, 2019). El ciclo hidrológico, se ve significativamente alterado por los cambios en el paisaje donde los materiales impermeables (estructuras artificiales de materiales como asfalto, concreto, ladrillo y piedra) bloquean la penetración natural del agua reduciendo la tasa de infiltración de la superficie (Feng et al., 2021). A su vez, la presencia de superficie impermeabilizada conducirá a una escorrentía más rápida durante la lluvia y flujos superficiales máximos más intensos, provocando un mayor transporte de microorganismos y contaminantes al sistema (Schuster et al., 2005; Teurlincx et al., 2019). Además, puede favorecer al aumento de la cantidad de sedimentos, que afectan la calidad del agua, por el lavado de calles y transporte de residuos (Tucci, 2008).

Para la valoración del indicador, se considera que un mayor porcentaje de suelo impermeabilizado artificialmente en un radio de influencia de 500 metros no favorece a la sustentabilidad, ya que la presencia de suelo impermeabilizado impide que el agua se infiltre y pueda absorberse en el suelo, favoreciendo a una mayor escorrentía hacia los cuerpos de agua de diversos contaminantes (Teurlincx et al., 2019).

Este indicador se pondera por laguna urbana con una valoración entre 0 a 1 y se calcula según la ecuación 2.

*Ecuación 2*

$$SE_4 = 1 - \text{proporción de suelo impermeabilizado artificialmente}$$

## SE<sub>5</sub>: industrias según su impacto ambiental

La actividad industrial, se presenta como una de las presiones que deben afrontar los cursos y cuerpos de agua en la ciudad. El impacto sobre los recursos hídricos se ve agravado por los efluentes industriales sin tratamiento, por la contaminación atmosférica de las industrias y el transporte motorizado (Oliver et al., 2019). Goretti et al. (2016) afirman que, junto a la agricultura y el crecimiento demográfico, la producción industrial es de las principales causas de la contaminación de los ecosistemas acuáticos. Además, la presencia de establecimientos industriales en el entorno de las lagunas urbanas representa un potencial riesgo de contaminación. De acuerdo con Waara y Johansson (2022), aquellas lagunas que cuentan con más del 10% de sus cuencas ocupadas por usos del suelo de tipo industrial presentan un mayor riesgo de contener contaminantes en valores que excedan valores de referencia ecológicos.

El indicador seleccionado, analiza la presencia de establecimientos industriales en las inmediaciones a las lagunas urbanas considerando un radio de influencia de 500m. Para ello, se consideró la localización de las industrias y el nivel de impacto ambiental para la seguridad, y salubridad de la población y el ambiente.

El indicador toma valores 0 y 1 de acuerdo a:

- Presencia de industrias con nivel de impacto ambiental medio y alto en un radio de influencia de 500m=0
- Ausencia de industrias con nivel de impacto ambiental medio y alto en un radio de influencia de 500m=1

Se considera que la presencia de industrias en el área de influencia no favorece a la sustentabilidad ya que aumenta el riesgo de contaminación y se asigna el valor de SE<sub>5</sub>=0.

## 2.4 Indicadores de la dimensión ecológica

La dimensión ecológica se analizó a través de la aplicación de un índice que permite establecer la calidad de agua de las lagunas urbanas. La calidad del agua representa un indicador de la condición del sistema estudiado (Wu et al., 2017) y se ha convertido en uno de los indicadores más importantes para los ecosistemas acuáticos (Li et al., 2021). Se define como una medida para evaluar el uso del agua para diferentes propósitos utilizando parámetros físicos, químicos y biológicos (Giri y Quiu, 2016). También se seleccionó un indicador de la presencia de contaminación biológica y presencia de patógenos que se utiliza principalmente para analizar la calidad del agua para uso recreativo (IANAS, 2019; Davis et al., 2022).

## EC<sub>1</sub>: Índice de Calidad de Agua objetivo

Para el análisis de la dimensión, se aplicó el Índice de Calidad de Agua objetivo (ICA<sub>objetivo</sub>) propuesto por Pesce y Wundelin (2000). El ICA<sub>objetivo</sub> consiste en un número sin unidades que atribuye un nivel de calidad a un conjunto agregado de parámetros medidos (Pesce y Wundelin, 2000) eliminando las diferencias entre los parámetros utilizados (Wu et al., 2017). De acuerdo a Fazli et al. (2016), el estado de la calidad del agua, especialmente de los cuerpos de agua recreativos urbanos, tiene un impacto significativo en el bienestar público.

El ICA<sub>objetivo</sub> se estimó a partir de la ecuación 3, propuesta por Pesce y Wunderlin (2000) donde C<sub>i</sub> es el valor asignado a cada parámetro luego de la normalización y P<sub>i</sub> varía de 1 a 4 representando un rango de impacto de cada parámetro para la vida acuática donde 1 es de menor impacto y 4 el de mayor. Para el cálculo de ICA<sub>objetivo</sub> se consideraron las variables oxígeno disuelto (OD), temperatura del agua, pH, conductividad, turbidez, concentración de sólidos en suspensión (SS), nitratos (nitratos+nitritos) (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), amonios (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), fósforo total (PT) y demanda biológica de oxígeno a los cinco días (DBO<sub>5</sub>) (Tabla 3).

*Ecuación 3*

$$ICA\ objetivo = \frac{\sum_i C_i \times P_i}{\sum_i P_i}$$

El índice toma valores del 0 al 100 indicando una mejor calidad de agua en los valores altos y se clasifica en cinco categorías de calidad de acuerdo a los resultados de ICA<sub>objetivo</sub> obtenidos: excelente (91–100), buena (71–90), moderada (51–70), baja (26–50) y mala (0–25) (Jonnalagadda and Mhere, 2001). A estos valores se les reasigna una escala numérica, a fin de que el índice tome valores de 0 a 1 resultando:

- calidad de agua excelente=1
- calidad de agua buena=0,75
- calidad de agua moderada=0,50
- calidad de agua baja=0,25
- calidad de agua mala=0

Tabla 3: Parámetros utilizados para el cálculo del ICA objetivo. Fuente: Adaptado de Pesce y Wunderlin (2000).

Parámetro	Peso relativo (P <sub>i</sub> )	Factor de normalización (C <sub>i</sub> )										
		100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
		Valor analítico										
Amonio (mg/l)	3	<0,01	<0,05	<0,010	<0,020	<0,030	<0,40	<0,50	<0,75	<1,00	≤1,25	>1,25
Conductividad (μS/cm)	4	<750	<1000	<1250	<1500	<2000	<2500	<3000	<5000	<8000	≤12000	>12000
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	3	<0,5	<2	<3	<4	<5	<6	<8	<10	<12	≤15	>15
Fósforo total (mg/l)	1	<0,16	<1,60	<3,20	<6,40	<9,60	<16	<32	<64	<96	≤160	>160
Nitrato (mg/l)	2	<0,5	<2	<4	<6,40	<8	<10	<15	<20	<50	≤100	>100
Oxígeno disuelto (mg/l)	4	≥7,5	>7	>6,5	>6,0	>5,0	>4,0	>3,5	>3,0	>2,0	≥1,0	<1,0
pH	1	7	7-8	7-8,5	7-9	6,5-7	6-9,5	5-10	4-11	3-12	2-13	1-14
Sólidos en suspensión (mg/l)	4	<250	<750	<1000	<1500	<2000	<3000	<5000	<8000	<12000	≤20000	>20000
Temperatura del agua (°C)	1	21/16	22/15	24/14	26/12	28/10	30/5	32/0	36/-2	40/-4	45/-6	>45/<-6
Turbidez (NTU)	2	<5	<10	<15	<20	<25	<30	<40	<60	<80	≤100	>100

Referencias: DBO<sub>5</sub>: demanda biológica de oxígeno a los cinco días

## EC<sub>2</sub>: presencia de *Escherichia coli*

La presencia en el agua de las bacterias *E. coli* indican contaminación fecal. Se ha detectado la presencia de estos patógenos en aguas grises y en el agua de lluvia dado que los contaminantes pueden ingresar desde el aire, la superficie de captación, el sistema de transporte y en el almacenamiento (Kusumawardhana et al., 2021). A su vez, el ingreso de estas bacterias y otros patógenos puede atribuirse a filtraciones en los sistemas de desagües, el desbordamiento del sistema de cloacas o descargas sin tratamiento (Davis et al., 2022), aguas residuales y lodos fecales eliminados a través de tuberías, desagües abiertos y camiones sépticos, contaminación de los usuarios de las aguas recreativas (fecal, vómito y orina) y la escorrentía de terrenos circundantes donde prevalece la inundación de pozos y tanques sépticos (OMS, 2021).

La importancia de considerar a este indicador radica en que la exposición a aguas recreativas contaminadas, es una de las principales vías de exposición a enfermedades gastrointestinales causadas por *E. coli* y otros organismos (Davis et al., 2022). Los efectos adversos para la salud asociados a la exposición a aguas recreativas con contaminación fecal más frecuente es la enfermedad entérica, como la gastroenteritis autolimitante, la cual puede generalmente ser de corta duración y no estar formalmente registrada por los sistemas de vigilancia de enfermedades. (Ministerio de Salud y Desarrollo Social Resolución 2523/2019). Se considera una situación de mayor sustentabilidad la ausencia de *E. coli* en los cuerpos de agua y el indicador se pondera con valores entre 0 y 1 de acuerdo a:

- Presencia de *E. coli*=0
- Ausencia de *E. coli*=1

## 2.5 Indicadores de la dimensión comunitaria

La dimensión comunitaria o social del desarrollo sustentable, considera las relaciones entre las personas, la participación y el acceso a los recursos en condiciones de igualdad, la accesibilidad para la obtención de bienes y servicios, recursos, actividades e información (Puentes et al., 2020). En base a esto, se establecieron tres indicadores que reflejan la situación en términos de accesibilidad de los espacios verdes y lagunas urbanas. Los indicadores considerados corresponden a: *accesibilidad al espacio verde y su laguna*, *presencia de mobiliario urbano* y *desarrollo de actividades comunitarias*. Otro indicador utilizado corresponde a la *existencia de conflictos por el uso del suelo*. Cada indicador toma valores entre 0 y 1 correspondiendo a una menor o mayor sustentabilidad respectivamente.

### CO<sub>1</sub>: accesibilidad a los espacios verdes y la laguna

El indicador seleccionado brinda información sobre las formas de acceso a los espacios verdes y lagunas estudiadas. Se considera que el acceso libre a estos espacios favorece a que

un mayor número de personas conozca estos espacios y se beneficie de sus servicios de manera directa. Una forma de acceso libre a los espacios verdes donde se localizan las lagunas urbanas se considera que favorece a la sustentabilidad, dado que esta implica el avance hacia prácticas de justicia, democracia e igualdad (Lezama y Domínguez, 2006). Por lo tanto, el indicador se pondera con los valores 0 y 1 de acuerdo con:

- Lagunas urbanas localizadas en espacios verdes con acceso restringido=0
- Lagunas urbanas localizadas en espacios verdes con acceso libre al público=1

### CO<sub>2</sub>: presencia de mobiliario urbano

La presencia de mobiliario urbano promueve el acceso y la estadía en los espacios verdes y sus lagunas urbanas. Se entiende por mobiliario urbano a aquellos objetos que tienen un carácter funcional al ofrecer comodidad y ocio a la comunidad (de Oliveira y Araujo, 2022) que inducen a los sujetos a mejorar su interrelación de forma que se propicie el contacto y la convivencia entre ellos (Cobos y Jiménez, 2010). El indicador seleccionado, considera los espacios físicos de descanso, recreativos o deportivos presentes en los sitios de estudio así también como los senderos, mesas y sillas o equipamiento deportivo existente. La presencia de este tipo de mobiliario contribuye a la sustentabilidad ya que permite a los usuarios acceder a la naturaleza y a actividades recreativas. Por lo que un paisaje que la comunidad disfruta o del que se siente orgullosa tiene más probabilidades de ser culturalmente sostenible (Mitroi et al., 2022). El indicador toma valores entre 0 y 1 y se pondera cada laguna de acuerdo a:

- Ausencia de mobiliario urbano=0
- Presencia de mobiliario urbano=1

### CO<sub>3</sub>: desarrollo de actividades comunitarias

El indicador CO<sub>3</sub> toma en consideración la implementación de actividades impulsoras de la participación comunitaria. Se considera que el desarrollo de actividades comunitarias fortalece el vínculo y promueve espacios para la apropiación de la comunidad. Asimismo, contribuye a generar un sentido de pertenencia por lo que el paisaje es más probable de ser culturalmente sostenible (Mitroi et al., 2022).

Se pondera el indicador con los valores 0 y 1 y se valora a cada laguna de acuerdo a lo siguiente:

- No se desarrollan actividades comunitarias=0
- Se desarrollan actividades comunitarias=1

## CO<sub>4</sub>: existencia de conflictos en torno al uso del suelo

De acuerdo a Mitroi et al. (2022) los gestores locales, deben lidiar con conflictos de uso e incompatibilidades entre los criterios de calidad de agua y usos específicos de las lagunas urbanas. A su vez, Cánovas et al. (2022) menciona que reconocer y afrontar los conflictos entre los participantes es crucial para alcanzar la sustentabilidad. Es por esto, que el indicador seleccionado toma en consideración la existencia de conflictos asociados con el uso del suelo. Se consideran aquellas situaciones que puedan plantearse como problemáticas, que impactan de manera directa sobre los cuerpos de agua estudiados.

Al igual que el resto de los indicadores, toma valores entre 0 y 1 de acuerdo a:

- Existencia de conflictos=0
- Ausencia de conflictos=1

## 2.6 Síntesis

Para la aplicación del ISLU, se proponen los pasos representados en la Figura 1 que consisten primero en el cálculo de los indicadores propuestos (Tabla 1), luego en el cálculo del ISLU y por último en la evaluación en base a los resultados obtenidos por el ISLU.

Para el cálculo de los diferentes indicadores, se debe considerar el contexto territorial, la escala espacial y temporal, la disponibilidad de información con la que se cuenta y la posibilidad de generar información de base.

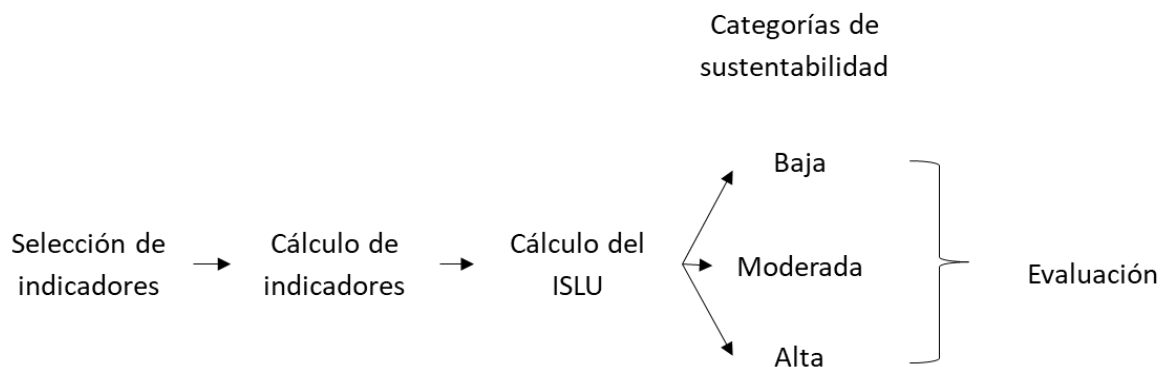


Figura 1: Síntesis de pasos a seguir para la aplicación del Índice de Sustentabilidad de Lagunas Urbanas

### **3. Caso de aplicación del Índice de Sustentabilidad de Lagunas Urbanas**

#### **3.1 Área de estudio**

Para la aplicación del índice propuesto, se seleccionaron cuatro lagunas urbanas de la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA) localizadas en el conurbano bonaerense, uno de los conglomerados urbanos más grandes del mundo que concentra el 30% de la población de la Argentina (Gianuzzi, 2016). La RMBA está conformada por la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) y cuarenta partidos de la Provincia de Buenos Aires. Es una regionalización operativa y funcional que abarca geográficamente una unidad metropolitana delimitada por el área que abraza el Río de la Plata, el Delta y en su límite pampeano la Ruta Provincial N°6 (Fernández, 2011). El conurbano se refiere al área que rodea a la CABA dividida en dos cordones con una extensión territorial que comprende los municipios de Almirante Brown, Avellaneda, Lanús, Lomas de Zamora, La Matanza, Morón, Tres de Febrero, San Martín, Vicente López, San Isidro, Quilmes, Berazategui, Florencio Varela, Esteban Echeverría, Ezeiza, Moreno, Merlo, Malvinas Argentinas, Hurlingham, Ituzaingó, Tigre, San Fernando, José C. Paz y San Miguel. La tercera corona se excluye ya que no presenta continuidad en la mancha urbana (Figura 2).



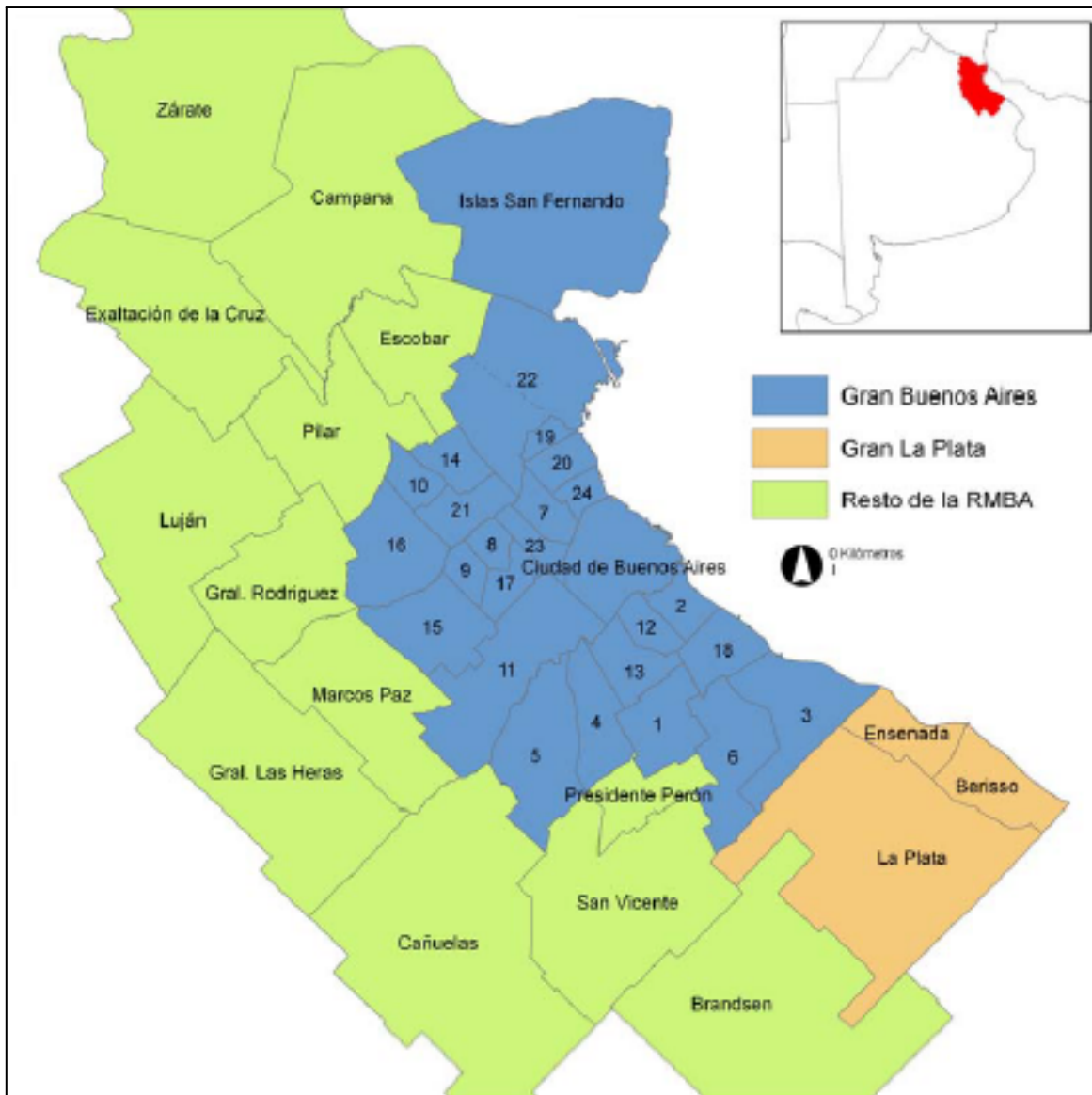
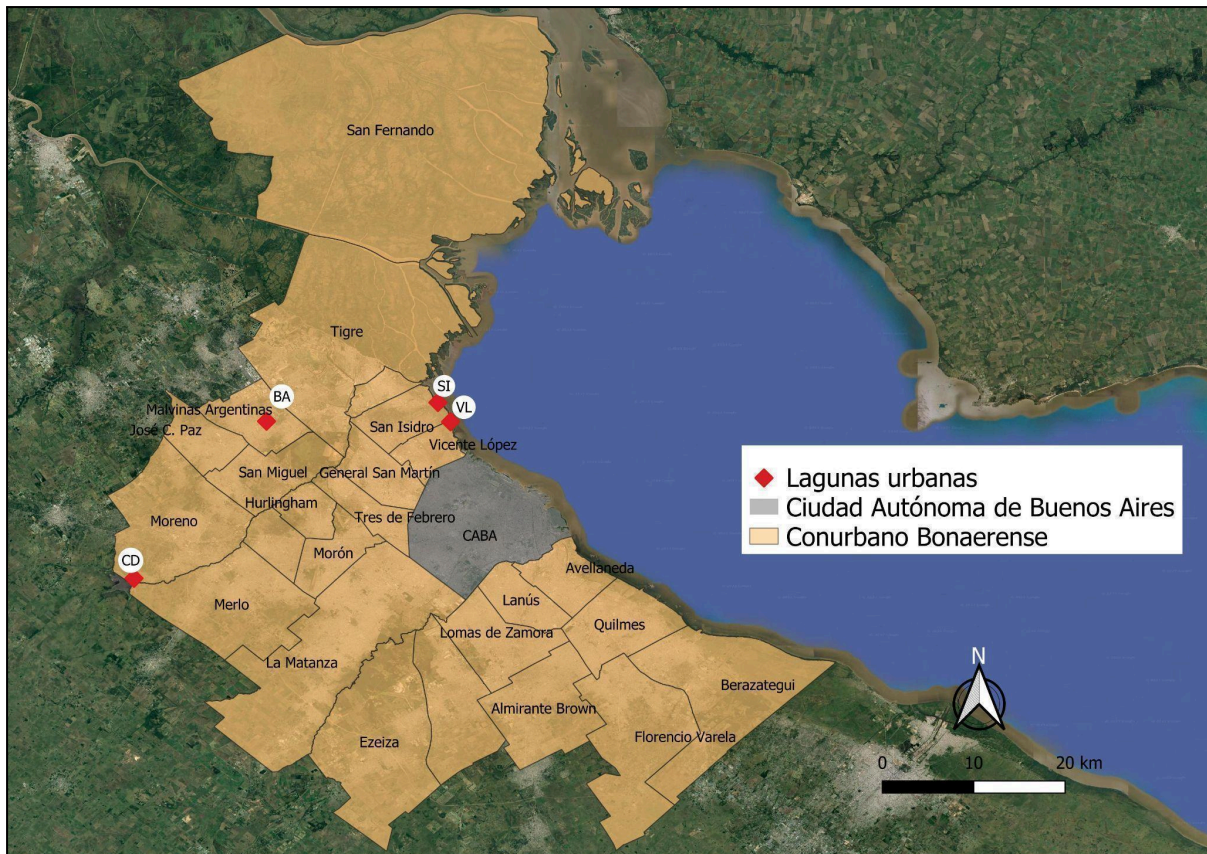


Figura 2: Región Metropolitana de Buenos Aires. Fuente: Fernández, 2011

Las cuatro lagunas estudiadas se ubican al noroeste del conurbano bonaerense en los partidos de San Isidro y Vicente López pertenecientes al primer cordón y en los partidos de Moreno y Malvinas Argentinas en el segundo cordón (Figura 3).



*Figura 3: Localización de las lagunas urbanas en estudio en el noroeste del conurbano bonaerense.  
Referencias: BA: Batallón, CD: Cavita Dique, SI: San Isidro y VL: Vicente López*

Las cuatro lagunas se localizan en diferentes espacios verdes de administración municipal que se crearon entre los años 1982-2004 (Tabla 4). En áreas protegidas se localizan las lagunas del Parque Natural Municipal Ribera Norte denominada como SI en el partido de San Isidro, la de la Reserva Ecológica Vicente López denominada VL en el partido de Vicente López y una laguna en un sector de acceso sin restricciones en el Área Natural Protegida Dique Roggero denominada como CD (Figuras 3 y 4). Mientras que, en espacios verdes públicos, se localiza la laguna del Predio Municipal Malvinas Argentinas llamada BA en el partido de Malvinas Argentinas (Figuras 3 y 4). Son cuerpos de agua que se clasifican dentro de la categoría de aguas recreativas (OMS, 2021) y en ellas se dan actividades de contacto secundario lo que implica un contacto eventual o incidental (ACUMAR, 2017).

Como se observa en la Tabla 4, los objetivos generales de cada espacio verde responden al tipo de categoría institucional. Las reservas Ribera Norte y Vicente López bajo la figura de refugio educativo y área de preservación ecológica respectivamente, tienen como objetivos principales la conservación y educación ambiental. Mientras que el Predio Municipal Malvinas Argentinas y el Área Natural Protegida Dique Roggero, como predio y parque municipal, tienen objetivos asociados a la recreación de la comunidad. El tipo de administración para los cuatro espacios es municipal y la jurisdicción y dominio de la tierra es municipal o provincial. Asimismo, dos de los cuatro espacios verdes en el área de estudio presentan categoría de conservación. De acuerdo al Sistema de Información de



Biodiversidad de Administración de Parques Nacionales (s.f), el área natural de Moreno cuenta con la categoría V Área de Manejo de Hábitat/Especie y el Parque Ribera Norte con la categoría V Paisaje protegido (Tabla 4).



Figura 4: Lagunas urbanas del noroeste del conurbano bonaerense estudiadas y su contexto territorial. En celeste se delimita el perímetro del cuerpo de agua.

Referencias: BA: Batallón, CD: Cavita Dique, SI: San Isidro y VL: Vicente López

Tabla 4: Información general de los espacios verdes donde se localizan las lagunas urbanas. Fuente: Sistema de Información de Biodiversidad de Administración de Parques, Código Urbano de Malvinas Argentinas (2006) y Gasparri (2018).

Laguna	Espacio verde	Año de creación	Objetivo general del espacio verde	Categoría institucional	Jurisdicción	Tipo de administración	Administra	Instrumento de creación	Dominio de la tierra	Categoría de conservación	Ecorregión
BA	Predio Municipal Malvinas Argentinas	2004	Nueva centralidad del municipio, recreación	Predio municipal	Municipal	Municipal	Municipalidad de Malvinas Argentinas	Código Urbano de Malvinas Argentinas Ordenanzas 767/04 y 854/05 Aprobado por Resolución 55/06	Fiscal municipal	Sin categoría	Pampa
CD	Área Natural Protegida Dique Roggero	1989	Conservación de fósiles. Educación e interpretación ambiental. Mantenimiento de los servicios ambientales. Turismo y recreación. Uso sostenible de recursos de ecosistema naturales	Parque Municipal	Provincial	Municipal	Municipalidad de Moreno	Ordenanza Municipal 002563/89	Fiscal municipal Fiscal Provincial	V Área de Manejo de Hábitat/Especie	Pampa
SI	Reserva Natural Municipal Ribera Norte	1982	Educación e interpretación ambiental. Zona silvestre representativa de la ecorregión	Refugio Educativo	Provincial	Municipal	Municipalidad de San Isidro	Decreto municipal 002495/88	Fiscal municipal	V Paisaje protegido	Deltas e Islas del Paraná
VL	Reserva Ecológica Vicente López	1983	Promoción de la educación ambiental y conservación de los diferentes ambientes bonaerenses	Área de Preservación Ecológica	Municipal	Municipal	Municipalidad de Vicente López	Ordenanza municipal 4765/83	Fiscal municipal	Sin categoría	Deltas e Islas del Paraná y Pampa

Referencias: BA: Batallón, CD: Cavita Dique, SI: San Isidro y VL: Vicente López

Las lagunas presentan diferentes características como la superficie, el origen de sus aguas de llenado, su clasificación según su función y características de su entorno (Tabla 5). Las cuatro lagunas presentan litoral natural. En relación a la superficie, BA es la laguna con mayor dimensión (24.472m<sup>2</sup>) de las cuatro, luego le siguen CD (11.311m<sup>2</sup>) y VL (6.382m<sup>2</sup>) y por último SI (1.215m<sup>2</sup>). En las cuatro lagunas, el origen de las aguas de llenado es a partir de aportes de otros cuerpos de agua en su entorno más próximo. Las lagunas con influencia del Río de la Plata como SI y VL reciben ingresos por el desborde del río (REVL-Dirección de Desarrollo Sostenible, comunicación personal, 2020) y en SI su origen también es por capilaridad (Dirección de Ecología y Conservación de la Biodiversidad de San Isidro, comunicación personal, 2020). En BA, el origen de las aguas es mediante los aportes del Arroyo Las Tunas y por escorrentía (Dutra Alcoba et al., 2018), mientras que CD recibe aguas del Lago San Francisco, por escorrentía y agua subterránea (Cuerpo Municipal de Guardaparques de Moreno, comunicación personal, 2021). De acuerdo a Hassall (2014), las cuatro lagunas urbanas seleccionadas pueden clasificarse conforme a su función primaria en: BA como sistema de drenaje, CD en la categoría de lagunas y lagos ornamentales y SI y VL como reservas naturales (Tabla 5).

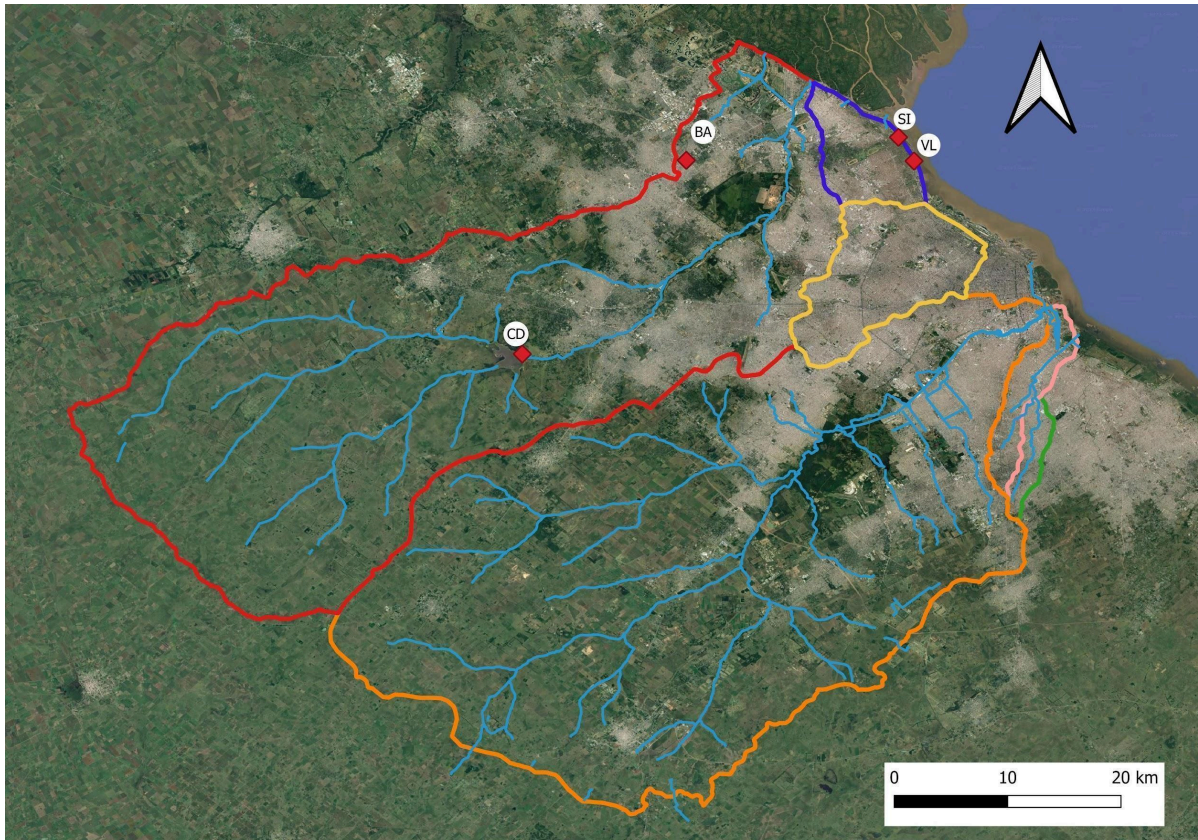
Tabla 5: Características generales de las lagunas urbanas estudiadas

Laguna	Municipio	Coordenadas	Superficie (m <sup>2</sup> )	Clasificación según Hassall (2014)	Litoral	Origen aguas de llenado	Cuenca a la que pertenecen
BA	Malvinas Argentinas	34°29'32.60"S 58°42'4.40"O	24.472	Sistemas de drenaje	Natural	Arroyo Las Tunas, escorrentía	Río Reconquista
CD	Moreno	34°40'54.74"S 58°51'30.54"O	11.311	Ornamental	Natural	Agua subterránea, lluvias y Lago San Francisco	Río Reconquista
SI	San Isidro	34°28'10.60"S 58°29'40.27"O	1.215	Reserva natural	Natural	Desborde del Río de la Plata y por capilaridad	Aportes directos al Río de la Plata
VL	Vicente López	34°29'30.63"S 58°28'45.96"O	6.382	Reserva natural	Natural	Ingresos del Río de la Plata	Aportes directos al Río de la Plata

Referencias: BA: Batallón, CD: Cavita Dique, SI: San Isidro y VL: Vicente López

A su vez, los cuatro cuerpos de agua se localizan en diferentes cuencas hídricas de la RMBA (Figura 5). De acuerdo a la Autoridad del Agua, ente con injerencia normativa en el área de estudio, los cuerpos de agua localizados en los municipios de Moreno y Malvinas Argentinas se localizan dentro de la cuenca del Río Reconquista, mientras que las lagunas de los municipios de San Isidro y Vicente López se ubican en la cuenca de aportes directos al Río de la Plata (ADA, comunicación personal, 2023).





*Figura 5: Cuencas hidrográficas del conurbano bonaerense y ubicación de las lagunas en estudio. Fuente: Modificado de Autoridad del Agua, 2018.*

*Referencias: BA: Batallón, CD: Cavita Dique, SI: San Isidro y VL: Vicente López. Referencias del mapa: en rojo se representa la cuenca del Río Reconquista, en violeta la cuenca de aportes al Río de la Plata, en amarillo la cuenca Medrano-Vega-Maldonado, en naranja la cuenca Matanza-Riachuelo, en rosa la cuenca del Arroyo Sarandí y en verde la cuenca del Arroyo Las Perdices*

## 3.2 Materiales y métodos

La metodología empleada, corresponde a la aplicación del procedimiento general descrito en el apartado 2.6. La aplicación consistió en los métodos que se detallan a continuación para cada dimensión analizada.

### Dimensión político-institucional

El marco político-institucional vinculado a la gestión de las lagunas urbanas y su entorno, se analizó a partir de los diferentes instrumentos normativos que posee cada municipio para la gestión de los espacios verdes donde se localizan los cuerpos de agua y se consideraron, en particular, aquellos destinados a la protección de sus lagunas. Asimismo, se consideran las actividades de gestión que se implementan en cada laguna urbana.

Se consideró como fuente de información la legislación nacional, provincial y municipal vigente. Se realizó una revisión del digesto municipal y de los planes de manejo existentes en cada laguna. A su vez, se realizaron entrevistas exploratorias

semiestructuradas (Anexo 2) a actores clave pertenecientes a la Dirección de Ecología y Conservación de la Biodiversidad de San Isidro, la Dirección de Desarrollo Sustentable de Vicente López, el Cuerpo Municipal de Guardaparques de Moreno, la Dirección de Medio Ambiente y la Dirección de Obras Públicas de Malvinas Argentinas.

## Dimensión socioeconómica

Para analizar esta dimensión, se determinó un área de influencia de 500m a cada laguna urbana. Los radios de influencia circulares se centraron en las lagunas con un radio variable de tal manera que cada uno comprendía una superficie de 78,54 hectáreas en su entorno adyacente sin tener en cuenta la superficie de cada laguna. Esta superficie equivale a la superficie de un círculo de radio de 500m. Esto se realizó empleando la herramienta *create buffer* del sistema de información geográfica de código abierto y gratuito QGIS 3.16 Hannover.

La fuente de información utilizada para el indicador  $SE_1$ : *hogares con cobertura de cloacas* corresponde a datos de cobertura del servicio de desagües cloacales de la empresa Agua y Saneamientos Argentinos S.A (AySA) 2022 y de la Dirección de Redes perteneciente a la Secretaría de Obras Públicas del Municipio de Malvinas Argentinas (comunicación personal, 2023). Mientras que para el indicador  $SE_2$ : *hogares con recolección de residuos* se utilizaron datos del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas realizado en 2010 de la plataforma Poblaciones del Observatorio de la Deuda Social Argentina (UCA-CONICET). La información seleccionada se trabajó a nivel de radio censal, que es una unidad geográfica determinada que tiene un promedio de 300 viviendas, para bordes de localidades el radio urbano puede bajar a 200 viviendas, aproximadamente y en localidades aisladas a 100 viviendas.

Para el indicador  $SE_3$ : *presencia de drenaje pluvial*, se utilizó información sobre la localización de la red de drenaje pluvial y bocas de tormenta proporcionada por la Dirección de Obras Públicas de Malvinas Argentinas, la Dirección de Obras Municipales de Vicente López, el Municipio de San Isidro y el Cuerpo Municipal de Guardaparques de Moreno

El indicador  $SE_4$ : *suelo no impermeabilizado artificialmente* se analizó, al igual que el resto de los indicadores, a partir del radio de influencia de 500m. Primero, se realizó la clasificación de los usos del suelo a partir de la capa de información en formato *shape* de Zonificación del servicio WMS 1.3.0 de la Dirección Provincial de Ordenamiento Urbano y Territorial del Ministerio de Infraestructura y Servicios Públicos de la Provincia de Buenos Aires. A su vez, los usos predominantes se establecieron en base al Decreto-Ley 8912/77 Ley de ordenamiento territorial y uso del suelo Texto Ordenado por Decreto 3389/87 con las modificaciones del Decreto-Ley N° 10128 y las Leyes N° 10653, 10764, 13127, 13342 y 14449. Mediante el sistema de información geográfica QGIS 3.16 Hannover se seleccionaron los polígonos de la capa que intersecan con los

radios de influencia. Luego, se establecieron tres grandes categorías de uso para agrupar las diferentes categorías presentes en la capa base de información (Tabla 6). Una vez determinados los polígonos, estos fueron remodelados en base a información de Google Earth Pro y a partir de esta información se calculó el porcentaje de suelo no impermeabilizado artificialmente.

Tabla 6: Categorías propuestas para la clasificación de los usos del suelo en un entorno de 500m en base a la ley 8912/77

Categorías existentes de acuerdo a Dirección Provincial de Ordenamiento Urbano y Territorial y Ley 8912/77	Grandes categorías propuestas para clasificación de usos del suelo
Esparcimiento público (área destinada principalmente a la actividad recreativa ociosa o activa, con el equipamiento adecuado a dichos usos)	Espacio verde
Espacio verde público (plazas y parques)	
Espacio verde (áreas naturales protegidas)	
Zona de reserva (sector delimitado con un interés específico orientado al bien común)	
Área rural (agropecuario extensivo)	
Zona de interés ambiental (zona de protección)	Espacio azul
Espacio azul extra cuerpo de agua (aguas superficiales externas a la laguna)	
Equipamiento específico (grandes equipamientos para la salud, institucionales, militares, seguridad)	Espacio gris
Industrial dominante	
Industrial residencial	
Residencial	
Residencial extraurbana	

Por último, para el indicador  $SE_5$ : *industrias según su impacto ambiental* se consideró la localización de las industrias de acuerdo a su categorización industrial establecida por la ley provincial 11.459. Para el cálculo del indicador se consideraron las industrias de segunda y tercera categoría como aquellas con un impacto ambiental medio y alto respectivamente. La fuente de información utilizada para el indicador correspondió a una capa de información en formato *shape* de localización de industrias (discriminadas por su valor de nivel de complejidad ambiental) de la RMBA de la Infraestructura de Datos Espaciales del Conurbano (IDE Conurbano).

## Dimensión ecológica

Los datos utilizados para los indicadores  $EC_1$  y  $EC_2$ , se obtuvieron a partir de realizar dos muestreos de agua superficial durante 2018 y 2019 y su posterior análisis en laboratorio.

Se realizó un muestreo en temporada fría (agosto y septiembre 2018) y otro en la temporada cálida (marzo y abril 2019). Se seleccionaron tres sitios de la zona litoral de cada laguna (S1, S2 y S3), considerando el eje longitudinal, dos en los extremos y uno



en el medio. Se midieron *in situ* la profundidad con una varilla graduada, OD, temperatura del agua, pH y conductividad con los sensores de campo modelo Aqua COMBO HM 3070 y OD/HD 3030 marca Trans Instruments y turbidez con un turbidímetro portátil HACH 2100P®.

En los tres sitios, se tomaron muestras de agua que fueron conservadas en frío y transportadas al Laboratorio de Ecología de la Universidad Nacional de General Sarmiento en oscuridad para su posterior análisis. Allí se estimó SS, PT, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, DBO<sub>5</sub> y la densidad de *E. coli*.

Para la determinación de SS se filtró un volumen conocido de muestra a través de filtros GF/C Sartorius® (tamaño de poro: 1,2 µm), previamente secados (68°C) y llevados a peso constante, luego se pesó el residuo seco (APHA, 2005). Las determinaciones de PT, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, los recuentos bacteriológicos y el registro de la DBO<sub>5</sub> se realizaron a partir de la fracción sin filtrar de las muestras. Para determinar los nutrientes totales, se realizó una digestión siguiendo el protocolo propuesto por Valderrama (1981). Mientras que, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, se determinó a partir de la fracción disuelta filtrada por filtros GF/C Sartorius® (tamaño de poro: 0,7 µm).

A partir de las muestras digeridas, se determinó la concentración de PT por el método de ácido ascórbico y posterior lectura en un espectrofotómetro HACH® modelo DR 2800 a una longitud de onda  $\lambda=625$  nm con los correspondientes kits de reactivos (método 8048) con límites de detección de 0,02- 2,5 mg/l PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> y con el método del molibdovanadato para concentraciones mayores a 2,5 mg/l (método 8114) con rangos de detección de 0,3- 45,0 mg/l PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>.

La determinación de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> se determinó mediante el método de azul de indofenol (APHA, 2005) utilizando un reflectómetro y tiras reactivas Merck Millipore modelo Reflectoquant® para los rangos de medición 0,2- 7,0 mg/l (código 1.16892.0001) y 5.0 - 20.0 mg/l (código 1.16899.0001). Cuando la concentración superó el límite de detección del método, las muestras fueron diluidas con agua MilliQ libre de amonio. La DBO<sub>5</sub> se calculó mediante una fracción de volumen conocido incubada con ventilación y agitación constante a 20°C y, luego, se midió al cabo de cinco días (APHA, 2005) utilizando sensores electrónicos a presión marca DBO VELD SCIENTIFICA®.

El recuento bacteriológico incluyó el análisis de la presencia y cuantificación de bacterias fecales a través del recuento de *E. coli* (Medina y Jordano, 2014). Para ello, se preparó una muestra integrada a partir de 5 ml de cada sitio (S1, S2, S3). Luego, se inoculó 1 ml de muestra integrada en placas para recuento de *E. coli*/coliformes marca Petrifilm® 3M (Watterworth y Schraft, 2005). Las placas se incubaron por 24 h  $\pm$  2h a 35°C  $\pm$  1°C y luego se procedió a su lectura.

La concentración de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> se estimó por el método de reducción de cadmio (bajo rango: método 8192 y alto rango: método 8039) con un límite de detección de 0,01-

0,50 mg/l  $\text{N-NO}_3^-$  y de 0,3- 30,0 mg/l  $\text{N-NO}_3^-$  para concentraciones mayores en un espectrofotómetro HACH® modelo DR 2800.

## Dimensión comunitaria

La información utilizada para los indicadores de la presente dimensión, se obtuvo a partir de la revisión de los planes de manejo de cada espacio verde donde se emplazan las lagunas, consultas a informantes clave mediante entrevistas exploratorias semiestructuradas (Anexo 2) y registros visuales de la presencia de mobiliario urbano.

Las entrevistas se realizaron a actores clave de la Dirección de Ecología y Conservación de la Biodiversidad de San Isidro, la Dirección de Desarrollo Sustentable de Vicente López, el Cuerpo Municipal de Guardaparques de Moreno y la Dirección de Obras de Malvinas Argentinas indagando sobre el tipo de actividades que se realizan junto a la comunidad y sobre la accesibilidad de los espacios verdes. A su vez, se recorrieron los senderos sugeridos a los visitantes registrando visualmente la presencia de equipamiento urbano, señalética y elementos para la difusión de información.

## 4. Resultados de la aplicación del Índice de Sustentabilidad de Lagunas Urbanas

### 4.1 Marco normativo y actividades de gestión

La aplicación de los indicadores permitió identificar diferencias en el marco normativo y las acciones que realizan las gestiones municipales para la protección de los espacios verdes y las lagunas urbanas en estudio.

#### ***Indicador $PI_1$ : aplicación de instrumentos de protección***

La laguna SI obtuvo el valor más alto en el indicador  $PI_1=1$  ya que en su marco normativo se identificó legislación de protección local, provincial y nacional (Tabla 4). El Parque Natural Municipal Ribera Norte y su laguna se encuentran protegidos por la ordenanza municipal N°6541/88 que declara la protección del sitio a perpetuidad. Asimismo, forman parte del Sistema Municipal de Áreas Naturales Protegidas (SMANP) que tiene por objetivo proteger los ambientes naturales del municipio con importante valor ecológico y cultural (ordenanza municipal N°8461/09). En el SMANP el PNMRN se incluye en la categoría de parque natural municipal que corresponde a aquellos predios de dominio municipal que conservan rasgos naturales de interés educativo, y/o turístico, y/o científico, que permitan la subsistencia en zonas urbanas o periurbanas de aspectos naturales dignos de conservarse.

Otro instrumento de protección que incluye a la laguna SI y al parque natural municipal, corresponde a la ley provincial 14.888 que hace referencia a las normas

complementarias para la conservación y el manejo sostenible de los bosques nativos de Buenos Aires que aprueba el ordenamiento territorial de los mismos, bajo los términos de la ley nacional 26.331. De acuerdo a la ley, el área del PNMRN pertenece a la categoría I (rojo) que incluye áreas de muy alto valor de conservación que no deben transformarse.

El resto de las lagunas urbanas BA, CD y VL, aplica como instrumentos de protección únicamente normativa municipal mediante el instrumento de la ordenanza municipal por lo que el indicador se valoró como  $PI_1=0,33$  para las tres lagunas mencionadas.

La laguna BA, se encuentra bajo protección mediante las ordenanzas municipales N°766/04 y N° 854/05 (Tabla 7) que declaran que las lagunas y arroyos del municipio de Malvinas Argentinas, se encuentran dentro del eje estratégico de Calidad Urbana Ambiental donde se hace hincapié en la protección del patrimonio cultural, natural y ambiental. A su vez, cuentan con protección por corresponder a un sector del municipio denominado como Sector Especial de Interés Ambiental Municipal. Los sectores especiales, comprenden áreas que contienen intrínsecamente cualidades particulares potenciales que las diferencian y caracterizan con respecto al resto, ya sea por su caracterización natural, por su paisaje, organización, etc., lo que lleva a desarrollar proyectos especiales, sanear, conservarlas y protegerlas (CUMA, 2006).

*Tabla 7: Instrumentos de protección identificados en las lagunas urbanas en estudio*

Lagunas	Normativa municipal	Normativa provincial	Normativa nacional
BA	Ordenanzas municipales 766/04 y 854/05	no aplica	no aplica
CD	Ordenanzas municipales 4765/83 y 12643/99	no aplica	no aplica
SI	Ordenanzas municipales 6541/88 y 8461/09	Ley N°14888	Ley N°26331
VL	Ordenanzas municipales 4765/83 y 12643/99	no aplica	no aplica

*Referencias: BA: Batallón, CD: Cavita Dique, SI: San Isidro y VL: Vicente López*

Las lagunas VL y CD se encuentran protegidas mediante las ordenanzas municipales de creación de las áreas naturales protegidas en las que se localizan. La normativa de protección de la REVL incluye a la ordenanza municipal N° 4765 del año 1983 que sanciona la creación de un Área de Preservación Ecológica denominada APE I. De acuerdo al Código de Ordenamiento Urbano del municipio, el APE I comprende a aquellas zonas que por sus condiciones naturales deben conservarse, manteniendo y defendiendo la flora y fauna existentes. Pueden ser pasivas o activas, en cuyo caso los usos complementarios que se admitan deberán ser mínimos y compatibles con el carácter de la zona (ordenanza municipal N° 12.643/99). La laguna CD está protegida por las ordenanzas municipales N° 2563 del año 1989 que declara el área natural de interés turístico para el municipio de Moreno y la N° 4323/94 que protege su flora y fauna nativa (Cuerpo Municipal de Guardaparques de Moreno, comunicación personal, 2021).

**Indicador  $PI_2$ : existencia de legislación específica de protección**

Como legislación específica de protección, sólo dos de las cuatro lagunas registraron la existencia de este tipo de normativa. La laguna urbana SI, cuenta con el Plan de Gestión del Parque Natural Municipal Ribera Norte (ordenanza municipal N° 2297/2012) que contempla diferentes estrategias de conservación, manejo y ordenamiento del espacio de acuerdo con las características del área, su categoría de manejo, sus objetivos y los actores que se relacionan con ella (Gasparri, 2018). Mientras que BA cuenta con la ley provincial 6.253/60 de conservación de desagües. Por lo tanto, la valoración del indicador fue  $PI_2=1$  para ambas lagunas. Mientras que para CD y VL el valor del indicador fue 0 ya que no se registraron instrumentos específicos de protección.

***Indicador  $PI_3$ : implementación de actividades de manejo***

Mediante el indicador  $PI_3$  se identificaron las diferentes acciones de manejo que se realizan actualmente en las lagunas del estudio.

La laguna CD obtuvo el valor más bajo del indicador ( $PI_3=0$ ) ya que no se realiza ningún tipo de manejo en ella (Cuerpo Municipal de Guardaparques de Moreno, comunicación personal, 2021). Mientras que, en BA, SI y VL se identificaron actividades de manejo internas en la laguna obteniendo así, una valoración de  $PI_3=1$  en el indicador. En SI y BA se realiza la cosecha periódica de la vegetación acuática. A su vez, en SI y VL se limpia la superficie de residuos sólidos de la laguna y en VL se manipula una compuerta para regular el ingreso y egreso del agua a la laguna (REVL-Dirección de Desarrollo Sostenible, comunicación personal, 2020).

## 4.2 Acceso a servicios básicos de agua y saneamiento

### ***Indicador SE<sub>1</sub>: hogares con cobertura de cloacas***

Las lagunas BA, SI y VL presentaron en su área de influencia hogares con conexión al servicio de cloacas (AySA, 2022). Para estas lagunas, el indicador tuvo una valoración de  $SE_1=1$ , mientras que en CD el valor de  $SE_1$  fue igual a 0 ya que no se registraron hogares con acceso al servicio mencionado.

### ***Indicador SE<sub>2</sub>: hogares con recolección de residuos***

Las cuatro lagunas urbanas presentan en su área de influencia hogares con recolección de residuos al menos dos veces por semana (INDEC, 2010). Por lo tanto, el indicador toma la mayor valoración para BA, CD, SI y VL con el valor de  $SE_2=1$ .

### ***Indicador SE<sub>3</sub>: existencia de pluviales***

Las lagunas BA, SI y VL presentaron en su área de influencia la presencia de desagües pluviales y bocas de tormenta (Dirección de Obras Públicas de Malvinas Argentinas, la Dirección de Obras Municipales de Vicente López, el Municipio de San Isidro). Para estas tres lagunas el indicador  $SE_3$  toma el valor de  $SE_3=1$ . Por el contrario, en CD el indicador toma la valoración de  $SE_3=0$  por no registrar la presencia de este tipo de red de desagües en el radio de influencia de 500m (Cuerpo Municipal de Guardaparques de Moreno, comunicación personal, 2023).

## 4.3 Usos del suelo

### ***Indicador SE<sub>4</sub>: suelo no impermeabilizado artificialmente***

El análisis de usos del suelo realizado permitió, en primera instancia, identificar los diferentes usos en el entorno más próximo a las lagunas (área de influencia de 500m) y luego determinar los valores del indicador  $SE_4$ .

Se identificaron cuatro de las doce categorías de uso de suelo existentes de acuerdo a la categorización de la Dirección Provincial de Ordenamiento Urbano y Territorial y la Ley 8912/77: esparcimiento, área protegida, residencial y espacio azul (extra laguna). El uso de tipo residencial, predomina en BA, SI y VL, mientras que en CD la categoría esparcimiento (Tabla 8). Esto se debe al contexto territorial en el que se encuentran las lagunas, CD localizada en un área turística en el periurbano y el resto en centros urbanos consolidados. Se identificó también que CD y VL cuentan con un 43-45% de su área de influencia, correspondiente al uso de suelo identificado como espacio azul extra laguna. Como se observa en la Figura 6, estos valores se deben a la influencia del Río de la Plata, en el caso de SI y VL y del Lago San Francisco en CD.

Tabla 8: Porcentaje y categorías de uso de suelo identificados en el área de influencia a las lagunas urbanas estudiadas

Lagunas	Porcentaje y categoría de uso de suelo						
	Esparcimiento	Área protegida	Industrial y equipamiento	Residencial	Residencial extraurbano	Espacio azul	Agropecuario
BA	41,1	0,0	0,0	58,5	0,0	0,3	0,0
CD	52,5	3,2	0,0	1,3	0,0	43,0	0,0
SI	11,2	25,1	0,0	40,8	0,0	22,9	0,0
VL	9,9	3,5	0,0	41,5	0,0	45,0	0,0

Referencias: BA=Batallón, CD=Cavita Dique, SI=San Isidro y VL=Vicente López

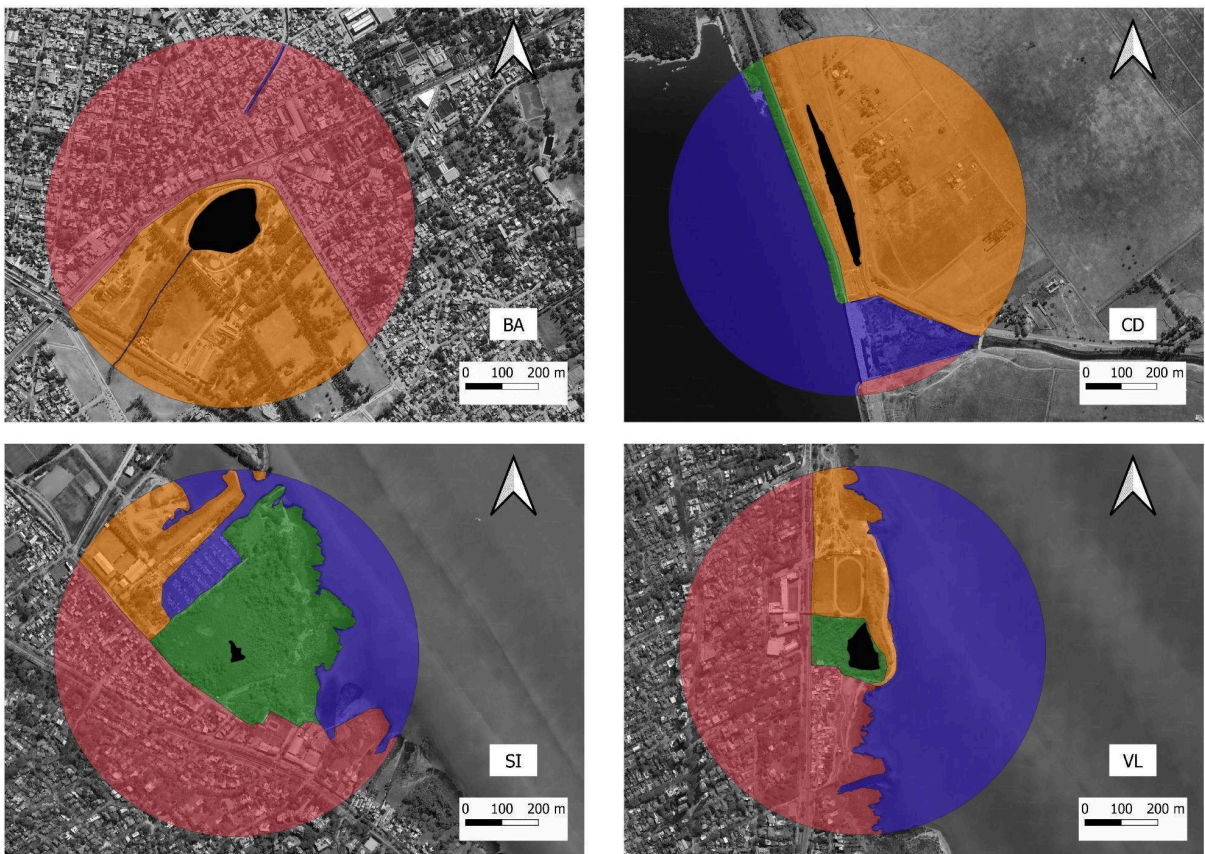


Figura 6: Categorías de uso del suelo identificadas en el área de influencia de 500m  
Referencias: BA=Batallón, CD=Cavita Dique, SI=San Isidro y VL=Vicente López. Referencias del mapa: negro=laguna urbana, verde=área protegida, naranja=esparcimiento, azul=espacio azul extra laguna y rojo=residencial

Al reagrupar los usos del suelo, en las tres categorías espacio azul, gris y verde, los resultados obtenidos permiten asociar a BA, SI y VL a centros urbanos densamente poblados. Las tres lagunas tienen en su entorno un mayor porcentaje de usos asociados al espacio gris o al suelo impermeabilizado artificialmente y en menor medida usos asociados al denominado espacio verde o azul (Figura 7). En base a esto, los valores del indicador fueron de  $SE_4=0,41$  para BA,  $SE_4=0,59$  para SI y  $SE_4=0,58$  para VL. Por el contrario, como CD se localiza en un entorno menos poblado y con predominio de uso del suelo asociado al espacio verde (56%) y azul (43%) (Figura 7) obtuvo el valor más alto para el indicador  $SE_4$  con una valoración de  $SE_4=0,99$ .

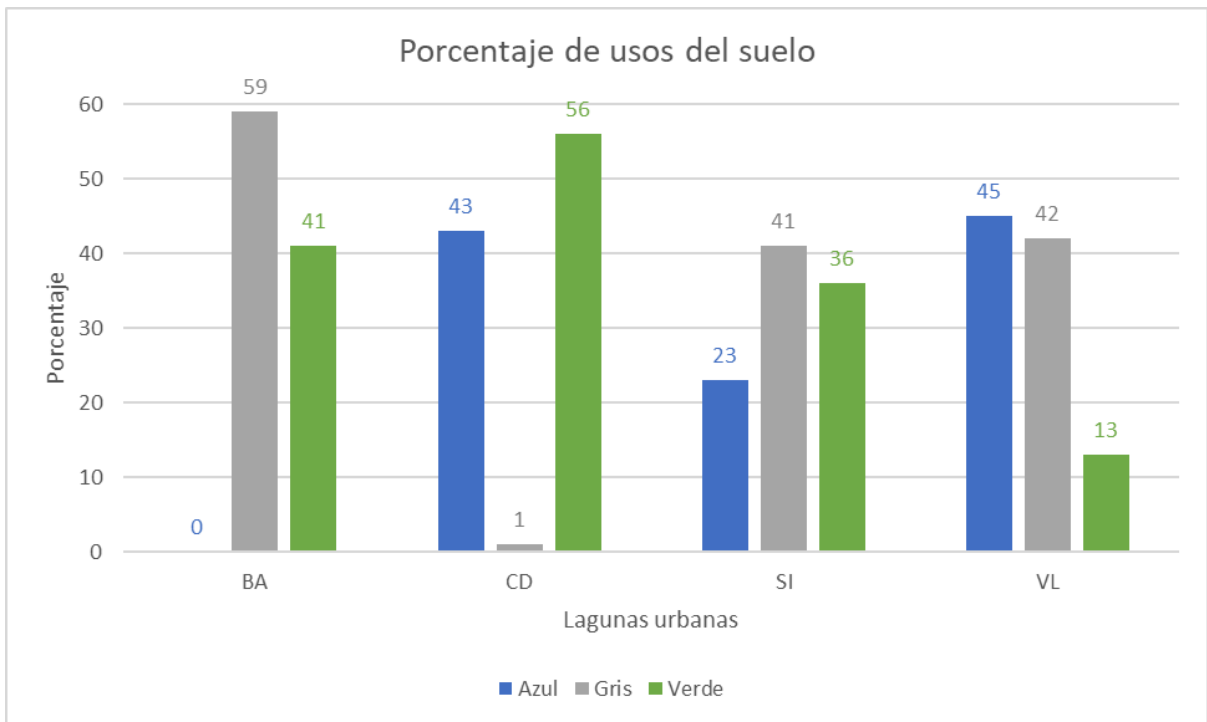


Figura 7: Porcentaje de usos del suelo asociados a las categorías de espacio azul, verde y gris  
Referencias: BA=Batallón, CD=Cavita Dique, SI=San Isidro y VL=Vicente López

#### **Indicador $SE_5$ : Industrias según su NCA localizadas en un radio de influencia de 500m**

El último indicador considerado para analizar la dimensión socioeconómica,  $SE_5$ , no registró valores en ninguna de las cuatro lagunas estudiadas. En el radio de influencia de 500m establecido en cada laguna, no se registró la presencia de industrias con impacto ambiental medio y alto (segunda ni tercera categoría según ley provincial 11.459), dando cuenta de un entorno principalmente residencial urbano y los mismos resultados se obtuvieron en CD con una menor densidad de residencias. Por lo tanto, el indicador toma el valor de  $SE_5=1$  en las cuatro lagunas en estudio.

## 4.4 Características físico-químicas y biológicas de los cuerpos de agua

En la tabla 9 se presentan los resultados de las mediciones realizadas *in situ* en las lagunas durante la temporada fría (2018) y cálida (2019). La profundidad en la cual se establecieron los sitios de muestreo fue similar en los cuatro espacios azules. El pH presentó valores medios de circumneutrales a alcalinos, que variaron entre 7,34 y 9,45. El valor mínimo de pH se registró en SI en la temporada fría (pH=7,10) y el valor máximo en CD en la temporada cálida (pH=10,06). La temperatura osciló entre 16,47°C y 17,50°C con variaciones de acuerdo a las estaciones climáticas.

Tabla 9: Valores medios y desvío estándar para los parámetros registrados in situ

Lagunas	Profundidad sitio de muestreo (cm)	Temperatura del agua (°C)	pH	Conductividad (μS/cm)	Turbidez (NTU)
BA	24,50±14,20	16,67±4,91	8,36±0,26	1322,67±192,48	407,35±722,34
CD	28,73±11,15	17,42±3,59	9,45±0,86	797,67±55,34	4,05±4,97
SI	31,47±20,98	16,47±2,53	7,34±0,27	359,67±15,04	42,25±52,15
VL	24,50±19,06	17,50±3,65	8,28±0,29	642,17±189,15	29,36±20,31

Referencias: BA=Batallón, CD=Cavita Dique, SI=San Isidro y VL=Vicente López

La conductividad presentó variabilidad entre las cuatro lagunas del estudio. Los valores medios variaron entre 359,67 μS/cm y 1322,67 μS/cm. En ambas temporadas de muestreo, se registraron los valores más altos de conductividad en BA, mientras que los más bajos en SI. En cuanto al OD, los niveles fluctuaron entre 3,73 mg/l y 8,30 mg/l (Figura 8), registrándose para la laguna BA y SI valores por debajo del recomendado para uso recreativo con eventual contacto con el agua de 4 mg/l (ACUMAR resolución 46/2017 correspondiente al contacto secundario). La turbidez tuvo variaciones entre 4,05 NTU y 407,35 NTU con los valores medios más altos para la laguna BA.

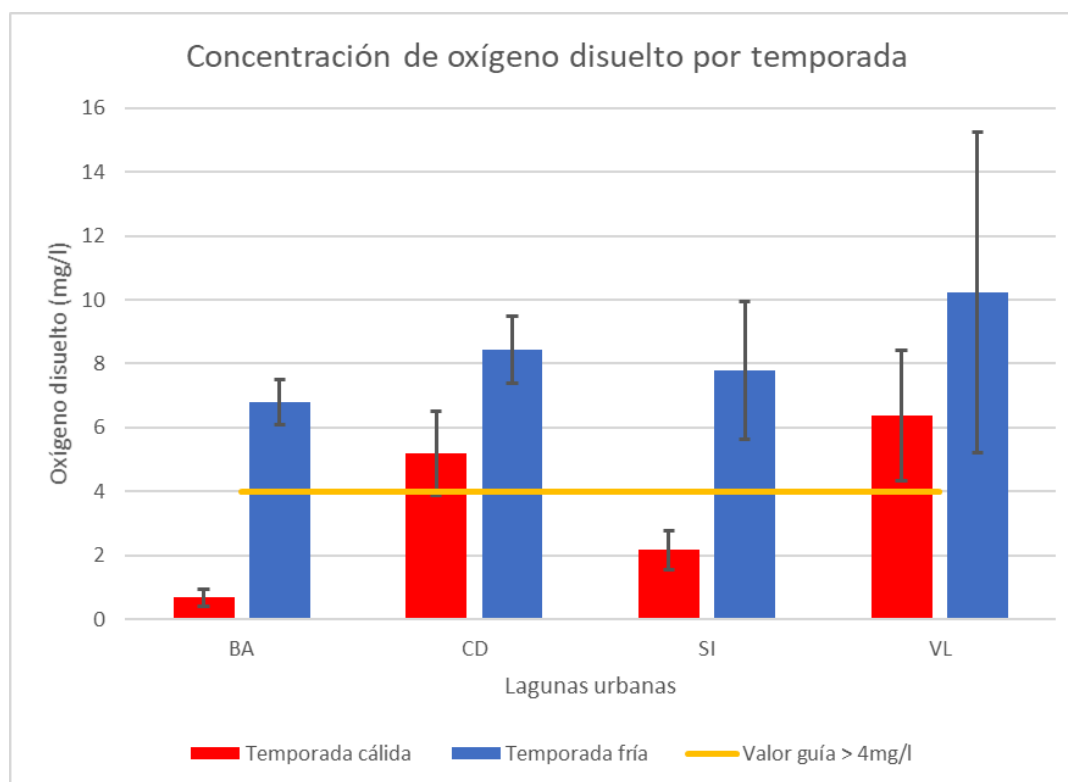


Figura 8: Valores medios de oxígeno disuelto, desvío estándar y valor guía para uso recreativo con contacto secundario ACUMAR resolución 46/2017.

Referencias: BA=Batallón, CD=Cavita Dique, SI=San Isidro y VL=Vicente López

En la tabla 10 se presentan las estimaciones de variables físico-químicas y biológicas para cada una de las lagunas. Se observa que los valores medios de SS variaron entre 21,83 mg/l y 143 mg/l. Los valores más altos se registraron en las lagunas SI (143 mg/l)



y BA (122,77 mg/L), en VL valores intermedios (70,67 mg/l) y en CD el valor más bajo (21,83 mg/l) (Tabla 10).

Tabla 10: Valores medios y desvío estándar para los parámetros registrados en laboratorio

Lagunas	Sólidos en suspensión (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	Nitratos (mg/l)	P total (mg/l)	Amonios (mg/l)
BA	122,71±98,69	166,83±117,48	3,22±2,65	12,28±6,45	90,00±41,51
CD	21,83±22,34	11,02±2,59	0,01±0,01	0,21±0,10	0,19±0,00
SI	143,00±178,32	47,83±44,71	0,01±0,01	5,32±4,77	0,53±0,33
VL	70,67±68,02	14,93±7,78	0,03±0,01	2,69±1,73	0,31±0,12

Referencias: BA=Batallón, CD=Cavita Dique, SI=San Isidro y VL=Vicente López. DBO<sub>5</sub>: demanda biológica de oxígeno a los cinco días, P total: fósforo total

Los valores medios de DBO<sub>5</sub> fueron mayores a 10 mg/l en las cuatro lagunas estudiadas, registrándose los valores más altos en BA (DBO<sub>5</sub>=166,83 mg/l) y SI (DBO<sub>5</sub>=47,83 mg/l) y el más bajo en CD (DBO<sub>5</sub>=11,02 mg/l) (Tabla 12). La concentración media de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PT y NH<sub>4</sub><sup>+</sup> mostró diferencias en las cuatro lagunas estudiadas. En CD se registraron los valores más bajos de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (0,01 mg/l), P total (0,21 mg/l) y NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (0,19 mg/l). Por el contrario, en BA se detectaron los valores más altos de estos analitos (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>=3,22, P total=12,28 mg/l y NH<sub>4</sub><sup>+</sup>=90 mg/l).

#### **Indicador EC<sub>1</sub>: Calidad de agua**

De acuerdo al cálculo del ICA objetivo, se registraron tres tipos de calidad de agua: baja, moderada y buena. La laguna BA presentó calidad de agua baja (ICA=49), mientras que CD y SI moderada (ICA=64) y VL calidad buena (ICA=78). En base a estos resultados, el indicador EC<sub>1</sub> tomó los siguientes valores: en el cuerpo de agua BA el indicador fue EC<sub>1</sub>=0,25, en las lagunas CD y SI EC<sub>1</sub>=0,50 y en VL el valor fue EC<sub>1</sub>=0,75.

#### **Indicador EC<sub>2</sub>: Presencia de Escherichia coli**

Los resultados de los recuentos bacteriológicos permitieron identificar contaminación de tipo fecal en BA y CD por la presencia de *E. coli* en ambas lagunas. Se reportaron valores medios de 165 UFC/ml en BA y 1 UFC/ml en CD. El indicador EC<sub>2</sub> toma el valor de 1 para ambas lagunas. Por el contrario, en SI y VL el indicador toma el valor de 0 ya que no se registró la presencia de la bacteria en las muestras analizadas.

## **4.5 Acceso a los recursos y participación comunitaria**

#### **Indicador CO<sub>1</sub>: accesibilidad a los espacios verdes y laguna**

Los cuatro espacios verdes donde se localizan las lagunas urbanas son de acceso libre a la comunidad, con restricciones de horario para el caso de SI y VL que son reservas

urbanas. En base a lo identificado, el indicador CO<sub>1</sub> toma el valor igual a 1 en las cuatro lagunas.

**Indicador CO<sub>2</sub>: presencia de mobiliario urbano**

En las reservas urbanas donde se localizan los cuerpos de agua SI y VL se registraron diferentes puntos de interés conformado por equipamiento y mobiliario para los visitantes: miradores de aves, puntos panorámicos y senderos. De igual manera, el predio municipal donde se ubica la laguna BA presenta una serie de equipamiento para la comunidad. Este espacio se utiliza para realizar actividades deportivas y recreativas, por lo que en las inmediaciones de la laguna hay un sector delimitado para realizar actividad física con mobiliario deportivo. A su vez, alrededor de BA hay un sendero de hormigón para realizar caminatas al borde de la misma y bancos de descanso. A diferencia de SI y VL, la laguna BA no posee cartelería interpretativa o informativa en sus inmediaciones ni en el parque municipal.

Solo en BA, VL y SI se registró mobiliario urbano en las inmediaciones de las lagunas. En las lagunas SI y VL, se registró como mobiliario urbano la presencia de senderos delimitados que permiten recorrer los diferentes ambientes de las áreas protegidas, cartelería interpretativa y espacios de descanso con bancos de madera (Figuras 9, 10 y 11). Por esta razón, el indicador toma el valor de CO<sub>2</sub>=1 en BA, SI y VL y se valoró con 0 en CD por la ausencia de los mismos (Figura 12).



*Figura 9: Mobiliario urbano presente en el Parque Municipal Malvinas Argentinas. Fuente. Diario local Tiempo de Tortuguitas, 2021*



Figura 10: Mobiliario presente en el PMNRN San Isidro. La figura A muestra parte de la cartelería presente en el parque y en la B la presencia de una pasarela para recorrer el cuerpo de agua en el parque. Fuente Gasparri, 2018



Figura 11: Mobiliario urbano presente en la REVL Vicente López. La figura A muestra parte de la cartelería presente en la reserva y la B la presencia de una pasarela para cruzar la laguna. Fotografía tomada por la autora, 2022

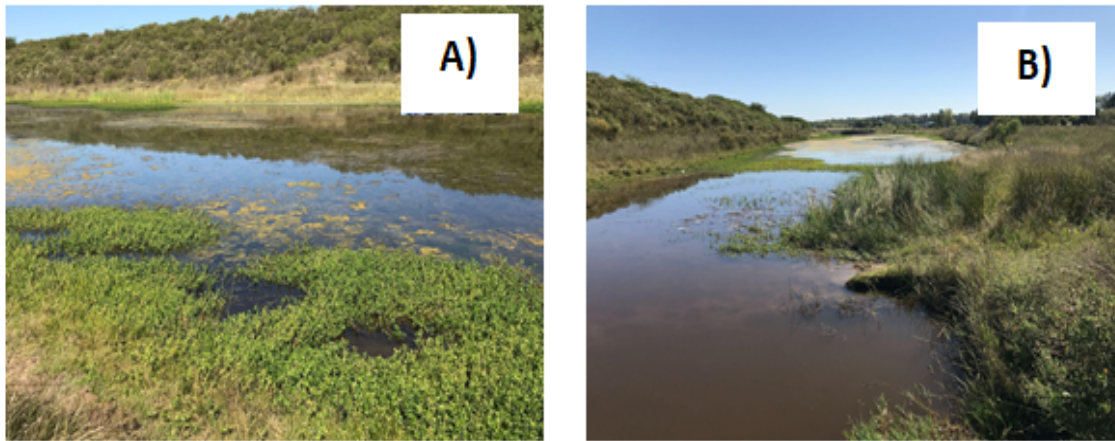


Figura 12: Ausencia de mobiliario urbano en la laguna del ANP Dique Roggero. La figura A muestra la ausencia de mobiliario urbano en el entorno del sitio de muestreo S2 y la B en el sitio S3. Fuente Lavarello, 2019

**Indicador CO<sub>3</sub>: desarrollo de actividades comunitarias**

Una diferencia encontrada entre las áreas protegidas y el parque público BA, radica en la realización de actividades con la comunidad. Se identificaron tres tipos de actividades de las que puede participar la comunidad que se desarrollan en estos espacios verdes protegidos. En el PNMRN, la REVL y el ANP Dique Roggero se implementan visitas guiadas, talleres ambientales y los programas de voluntariado (Beck et al. 2016, Gasparri 2018, Coordinación de REVL comunicación personal, 2020, y Cuerpo Municipal de Guardaparques comunicación personal, 2021) (Tabla 11).

Tabla 11: Tareas que se desarrollan en cada laguna urbana dentro de las tres actividades comunitarias identificadas

Actividades comunitarias	Visitas guiadas	Talleres ambientales	Voluntariado ambiental
BA	no realiza	no realiza	no realiza
CD	Escuelas e instituciones educativas y público en general	Clases abiertas sobre diversas temáticas ambientales y charlas de interpretación	no realiza
SI	Escuelas e instituciones educativas y público en general	Clases abiertas sobre diversas temáticas ambientales y talleres para niños	Limpieza de la costa y manejo de la vegetación
VL	Escuelas e instituciones educativas y público en general	Clases abiertas sobre diversas temáticas ambientales y talleres para niños	Limpieza de la costa y manejo de la vegetación

Referencias: BA=Batallón, CD=Cavita Dique, SI=San Isidro y VL=Vicente López

Dado que solo se registró la realización de actividades comunitarias en los espacios verdes protegidos el indicador *desarrollo de actividades comunitarias* tuvo una valoración de CO<sub>3</sub>=1 en las lagunas CD, SI y VL. Mientras que en BA su valor fue CO<sub>3</sub>=0

## 4.6 Conflictos e incompatibilidades sobre el uso del suelo

### ***Indicador CO<sub>4</sub>: Existencia de conflictos por el uso del suelo***

Los resultados obtenidos del indicador muestran una situación desfavorable en las cuatro lagunas, obteniendo una valoración del indicador de CO<sub>4</sub>=0 en todos los cuerpos de agua en estudio dado que se evidenció la existencia de conflictos en todas ellas (Tabla 12).

En BA se registraron dos conflictos, el primero consiste en una discrepancia sobre el uso o funcionalidad que tiene la laguna. Esto se debe a que la laguna originalmente fue creada como regulador de inundaciones (Decreto municipal 576/08) y aliviador del arroyo Las Tunas y no como espacio recreativo o de ocio que es el actual uso registrado. El segundo conflicto, consiste en el deterioro de la calidad del agua por la presencia de *E. coli* y efluentes de origen domiciliario sin tratamiento previo (Dutra Alcoba, et al., 2019).

Tabla 12: Conflictos ambientales identificados en las áreas verdes y lagunas urbanas en estudio

Lagunas	Conflictos registrados	Fuentes de información
BA	Discrepancias en la funcionalidad de la laguna Deterioro en la calidad del agua	Dutra Alcoba et al. (2019)
CD	Influencia en la calidad del agua por los aportes del Lago San Francisco y los Arroyos Durazno y La Choza	Alli et al. (2016) y Basílico (2021)
SI	Avance de la frontera urbana Intensificación de la urbanización en zonas aledañas Falta de límites físicos Vandalismo dentro del parque Presencia de residuos sólidos urbanos Deterioro de la calidad del agua	Gasparri (2018); Ronco et al. (2008); Santucci et al. (2018) y Pazos y Gómez (2021)
VL	Intensificación de la urbanización en zonas aledañas Falta de límites físicos Vandalismo dentro del parque Presencia de residuos sólidos urbanos Deterioro de la calidad del agua	REVL (comunicación personal, 2020); Zona Norte Diario (2020); Diario Lo Nuestro (2020); Periódico Para Todos (2020); La Izquierda Diario, (2020), De Norte a Norte, 2020, Ronco et al. (2008); Santucci et al. (2018) y Pazos y Gómez (2021)

Referencias: BA=Batallón, CD=Cavita Dique, SI=San Isidro y VL=Vicente López

La laguna urbana CD presenta un conflicto que se asocia con la influencia en la calidad del agua de los aportes de diferentes cuerpos de agua en su área de influencia. Estos cuerpos de agua corresponden al Lago San Francisco y los Arroyos Durazno y La Choza localizados en la cuenca alta del Río Reconquista, en los cuales se evidencian que existen situaciones de contaminación hídricas persistentes en el tiempo (Basílico, 2021).

En los cuerpos de agua SI y VL se registraron conflictos similares. Como se observa en la tabla 12 los conflictos identificados se asocian en ambas áreas naturales protegidas con: avance de la frontera urbana, intensificación de la urbanización en zonas aledañas, falta de límites físicos, vandalismo dentro del parque, presencia de residuos sólidos urbanos y el deterioro de la calidad del agua.

En SI, se identificó la ocupación de espacios del PNMRN por establecimientos privados o particulares, la falta de límites físicos que promueven conflictos por el ingreso en horarios y zonas no permitidas, y la práctica de actividades que dañan el patrimonio de la reserva. Se registran también hechos de vandalismo e infracciones como la pesca, armado de fogones, robos y la caza de animales (Gasparri, 2018). Asimismo, de acuerdo al Plan de Gestión del PNMRN se registra la presencia de residuos sólidos urbanos, del aire y de los cuerpos de agua.

En la REVL, en términos generales, la situación es similar a la del PNMRN. Se registró un conflicto asociado a la ocupación de un sector de la reserva por una urbanización en las inmediaciones de la misma (REVL-Dirección de Desarrollo Sostenible, comunicación personal, 2020) y otro por la construcción de un camino ribereño sobre el borde sur de la REVL con el fin de unir dos calles dentro de la reserva interviniendo directamente



sobre el pastizal urbano (De Norte a Norte, 2020; Diario Lo Nuestro, 2020). También se registraron hechos de vandalismo, falta de límites físicos y la presencia de residuos sólidos. Al igual que SI, la calidad de agua de la laguna VL se ve afectada por los aportes del Río de la Plata el cual presenta un alto grado de deterioro en su calidad ambiental y contaminación de diversas fuentes (Ronco et al., 2008; Santucci et al., 2018; Pazos y Gómez, 2021).

## 4.7 Índice de Sustentabilidad de Lagunas Urbanas

De acuerdo a los resultados obtenidos del ISLU, la sustentabilidad en los cuatro cuerpos de agua estudiados se clasifica en moderada a alta (Figura 13).

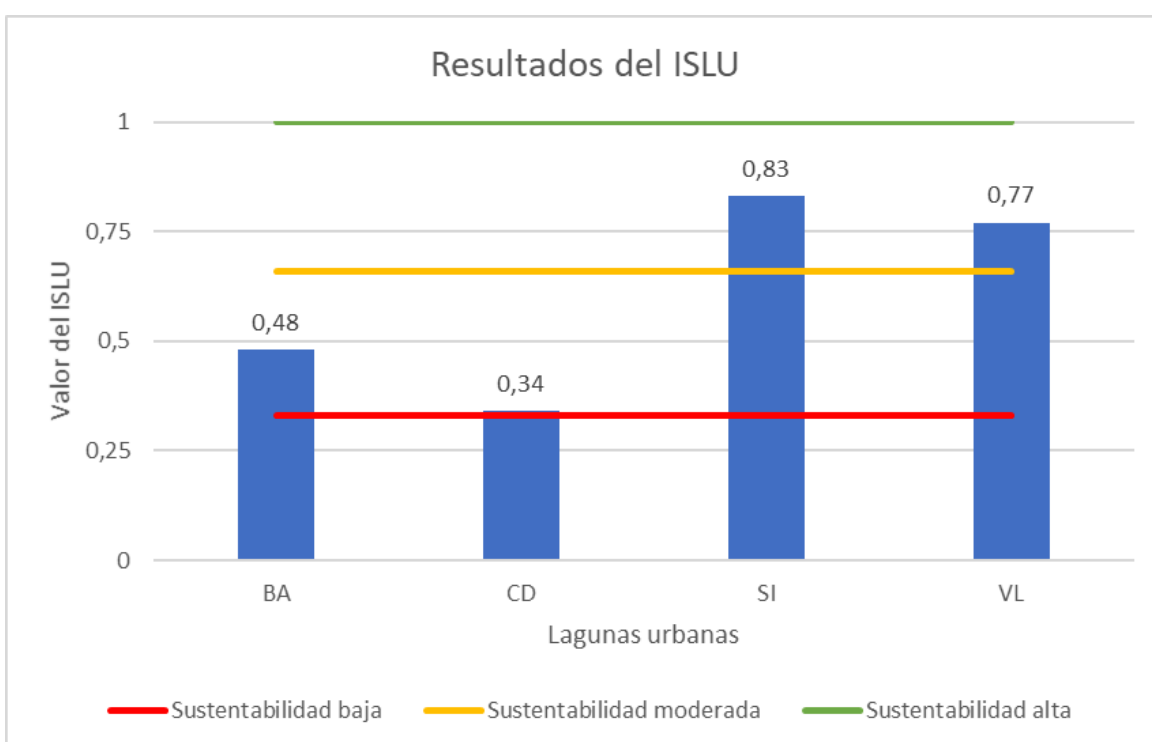


Figura 13: Resultados del índice de sustentabilidad para el caso de estudio y las categorías de sustentabilidad  
Referencias: BA=Batallón, CD=Cavita Dique, SI=San Isidro y VL=Vicente López

Los valores del ISLU permitieron clasificar a BA y CD con una categoría de sustentabilidad moderada y a SI y VL alta. Los resultados obtenidos en las dimensiones de análisis, indican una mayor sustentabilidad para las dimensiones SE, EC y CO en las lagunas SI y VL (Figura 14). A su vez, como se puede observar en la misma figura, SI reporta los valores más altos en todas las dimensiones analizadas.

La laguna BA presentó una sustentabilidad moderada (ISLU=0,48), si bien los valores de los componentes PI, SE y CO no fueron bajos la dimensión EC tuvo la valoración más baja registrada en las cuatro lagunas estudiadas (EC=0,13). Por último, CD también

presentó un valor de sustentabilidad moderado, atribuido principalmente a la baja sustentabilidad en su dimensión PI y SE (Figura 14).

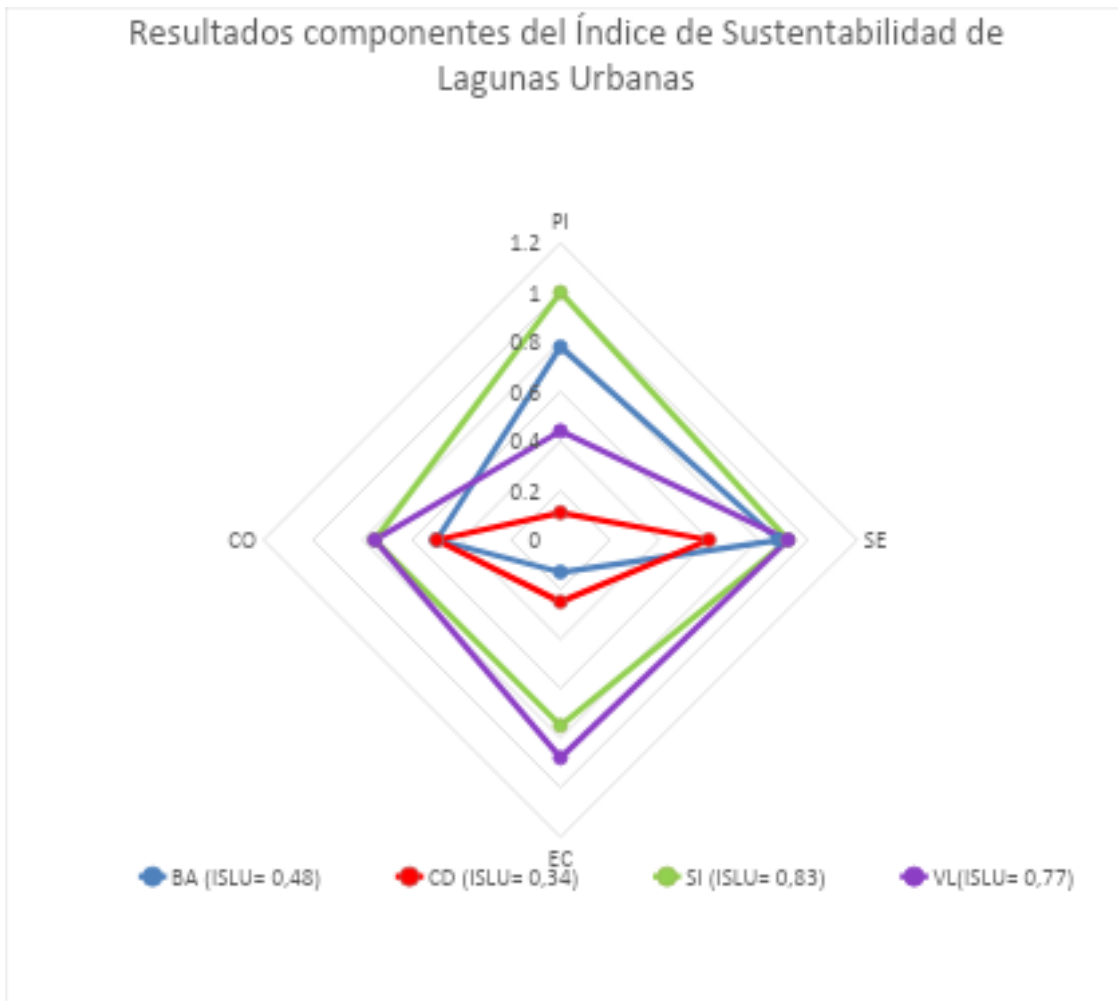


Figura 14: Resultados obtenidos en las cuatro componentes del Índice de Sustentabilidad de Lagunas Urbanas  
Referencias: BA=Batallón, CD=Cavita Dique, SI=San Isidro y VL=Vicente López. PI: componente político-institucional, SE: componente socioeconómico, EC: componente ecológico, CO: componente comunitario



## 5. Discusión

### 5.1 El Índice de Sustentabilidad de Lagunas Urbanas como herramienta de gestión y comunicación

La propuesta del desarrollo del ISLU, resulta una propuesta innovadora ya que no se registran antecedentes similares. Es cierto que, en los últimos años, las investigaciones sobre pequeños espacios azules urbanos han tomado mayor relevancia (Mitroi et al., 2022; Oertli et al., 2019) e incorporado a los indicadores y variables ecológicas tradicionales algunas variables sociales (Blicharska et al., 2017). Esto pone de manifiesto, la necesidad del desarrollo de este tipo de herramientas útiles para la planificación, gestión y evaluación del desarrollo sustentable en las ciudades (Michalina et al., 2021).

El desarrollo de un índice compuesto de sustentabilidad implica el análisis de diferentes componentes para comprender la complejidad de los sistemas socioecológicos actuales. La utilidad del ISLU para la comunicación y comparación radica en el poder de síntesis de la información que posee. Una respuesta simple puede servir para la generación de políticas, el monitoreo y a su vez, aportar información que puede ser divulgada al público general, investigadores y gestores locales (Michalina et al., 2021). De acuerdo con los resultados obtenidos en el caso de estudio, el ISLU tomó tres valores numéricos que denotan tres niveles de sustentabilidad: leve, moderada y alta, los cuales resultan claros de interpretar.

Una cuestión a tener en cuenta ante la síntesis de información en los resultados que entrega el índice es que puede derivar en interpretaciones erróneas si no se construye con claridad (Singh et al., 2012). En este caso, el ISLU requirió de una serie de pasos: 1) selección del marco de referencia, 2) identificación de las cuatro dimensiones de la sustentabilidad, 3) selección de los indicadores, 4) selección de datos a utilizar, 5) consulta de disponibilidad de información existente, 6) generación de información propia, 7) utilización de diferentes técnicas y herramientas para procesamiento de datos, 8) normalización y ponderación de los componentes del índice y 9) presentación de resultados. El último paso, consiste en la difusión de resultados y su comunicación. Para el caso de estudio, se seleccionó un diagrama de telaraña para la representación de los resultados. Esta es una herramienta visual útil para la transmisión de información (Soto y Schuschny, 2009).

## 5.2 Dimensiones de la sustentabilidad

A partir de considerar un enfoque sistémico, se tomaron en cuenta los tres pilares de la sustentabilidad: el socioeconómico, el ecológico y el social (Xie et al., 2022) para el desarrollo del índice propuesto. De esta manera, el índice se dividió en cuatro dimensiones de análisis: político-institucional, socioeconómica, ecológica y comunitaria utilizando un total de catorce indicadores para su elaboración. Así, se pretende generar información de manera integral y superar la fragmentación disciplinaria que suele originar dificultades en la construcción de conocimiento relevante sobre las lagunas urbanas (Mitroi et al., 2022).

### *Dimensión político institucional*

Las políticas de protección y conservación son instrumentos de gestión relevantes para la protección de los ecosistemas ante las diferentes presiones en el ambiente urbano. A pesar del creciente interés y reconocimiento de la importancia ecológica y social de los espacios azules, los investigadores, políticos y conservacionistas continúan enfocados en los grandes cuerpos de agua como ríos o lagos (Hill et al., 2021). De tal manera, a nivel internacional la legislación ambiental y las estrategias de manejo son exclusivas para los grandes cuerpos de agua mientras que las lagunas tienen una prioridad baja o directamente son excluidas (Hill et al., 2018; Hill et al., 2021). A nivel local, se da una situación similar ya que los instrumentos normativos y lineamientos estratégicos registrados en la RMBA se centran en las principales cuencas hidrográficas y sistemas de áreas verdes de la región (Ministerio del Interior, s.f.) y no se registra un marco de referencia de protección para cuerpos de agua lénticos.

Al analizar el marco normativo de las cuatro lagunas urbanas del conurbano bonaerense, se registró la aplicación, en algunos casos, de diversos instrumentos de protección y gestión y la participación de diferentes actores sociales de la gestión local. La normativa identificada en los cuatro cuerpos de agua, se asocian directamente con legislación de creación y protección de los espacios verdes en los que se localizan. Los lineamientos generales identificados hacen referencia a los objetivos generales de las áreas verdes y la protección de estas. Sin embargo, dos de las lagunas estudiadas BA y SI, presentaron legislación específica de protección. Esta legislación corresponde a la ley provincial 6.253/60 de conservación de desagües para BA y el propio Plan de Gestión para SI.

Esto permite inferir que la legislación de protección identificada responde directamente a la protección de las áreas verdes y no específicamente a las lagunas urbanas. A su vez, hay una fragmentación en la gestión y objetivos diferentes atribuidos a cada espacio azul. De acuerdo con Mitroi et al. (2022), las incompatibilidades y diferencias en las prioridades de los actores sociales, al igual que las diferentes funciones que deben cumplir los cuerpos de agua en el ámbito urbano

resultan las principales dificultades que deben enfrentar los gestores locales. Asimismo, las diferentes funciones y objetivos que deben cumplir las lagunas urbanas, de acuerdo con cada área interviniente, puede dificultar la definición de calidad que se requiere (Mitroi et al., 2022). Uno de los conflictos identificados en BA, en términos de gestión, puede atribuirse a incompatibilidades de usos o funciones atribuidas a la laguna. De acuerdo con Blicharska et al. (2016) cada función requiere de actividades específicas de gestión para evitar conflictos en cuanto a la conservación.

Ya que las cuatro lagunas urbanas se localizan en espacios verdes de gestión municipal, se reconoce como potencialidad la posibilidad de impulsar desde la gestión local una mayor presencia de lagunas en forma de red en la ciudad, lo que se denomina como *pondscape* (Oertli y Parris, 2019). Esto, apoyado por planes de gestión y normativa de conservación, permite enfocarse en el paisaje a escala de la ciudad, y orientar a un aumento de la densidad de lagunas y promover la dispersión de especies entre espacios azules contribuyendo a diferentes servicios ecosistémicos (Oertli y Parris, 2019).

### ***Dimensión socioeconómica***

Las variables socioeconómicas son recientemente incorporadas a las investigaciones sobre lagunas urbanas (Blicharska et al., 2017; Hill et al., 2021; Mitroi et al., 2022). Pese a su creciente reconocimiento como proveedores de servicios ecosistémicos, bienestar social y para la salud en la ciudad (Higgins et al., 2019), existe poco conocimiento sobre la relación entre factores urbanos como la configuración espacial, socioeconómicos y el estado ecológico de las lagunas (Blicharska et al., 2017). Dado que resulta importante conocer el contexto territorial de cada espacio azul para generar información de base y para la planificación urbana, en la presente investigación se combinaron variables socioeconómicas, análisis del uso del suelo y la definición de un área de influencia al igual que en investigaciones precedentes (Gledhill y James, 2012; Blicharska et al., 2017; Mitroi et al., 2022). Sin embargo, a diferencia de estas, las variables socioeconómicas utilizadas corresponden a indicadores de acceso a servicios básicos que pudieran indicar amenazas potenciales sobre la calidad de los cuerpos de agua y no a variables sobre cantidad o tipo de población, ingresos per cápita o tipo de vivienda.

El análisis en el área de influencia de 500m permitió caracterizar el entorno más próximo a cada laguna urbana en términos socioeconómicos y de su contexto territorial. Se seleccionó este valor, ya que tiene un impacto más significativo en la calidad del agua de lagunas urbanas, que el uso total del suelo en la cuenca de drenaje (Mitroi et al., 2022) y, además, porque los problemas ambientales responden a las condiciones ecológicas, territoriales y socioculturales específicas de los hábitats adyacentes (Akasak et al., 2010). Mediante este análisis, se identificaron diferencias socioespaciales en cuanto al acceso a los servicios y condiciones del entorno entre las

lagunas del primer y del segundo cordón del conurbano. Esto refleja la regionalización planteada por Maceira (2020) donde el corredor conurbano norte (que contiene a San Isidro y Vicente López) presenta casi en su totalidad, veredas, calles pavimentadas, con desagües pluviales, alumbrado público y servicio de recolección de basura en la cuadra. Mientras que algunas de estas características se vuelven escasas en la periferia (que contiene a Malvinas Argentinas y Moreno), donde alrededor del 40% de los hogares reside en entornos con cuadras sin veredas, sin pavimento o empedrado, ni desagües pluviales.

Como se mencionó anteriormente, los indicadores socioeconómicos seleccionados brindan información de potenciales amenazas a las lagunas urbanas e información social de su entorno urbano. La laguna CD presenta los valores más bajos de sustentabilidad para los indicadores utilizados lo que se podría explicar por la ausencia de cloacas y desagües pluviales debido a su localización en un entorno menos urbanizado y con menor densidad de viviendas. A su vez, puede inferirse que los impactos potenciales por la ausencia de los servicios básicos en la zona se podrían ver disminuidos ya que no existe la misma presión que en los entornos altamente urbanizados en los que se encuentran el resto de los cuerpos de agua analizados. En las inmediaciones de CD, no se detectan viviendas (Cuerpo Municipal de Guardaparques, comunicación personal, 2022) y la misma se localiza en el denominado periurbano que es la zona de interfase entre el campo y la ciudad (Barsky, 2005).

A su vez, mediante el análisis de los usos del suelo se identificó la presencia de cuerpos de agua como ríos, arroyos y lagos más allá del radio de influencia de 500m. Esta situación se observó en las cuatro lagunas urbanas que reciben diferentes aportes: en SI y VL del Río de la Plata, en CD del Lago San Francisco y de los Arroyos Durazno y La Choya y BA los aportes del Arroyo Las Tunas. El impacto negativo de estos cursos de agua sobre los espacios azules podría darse en la calidad del agua, ya que diversos antecedentes informan sobre el deterioro y degradación del agua de los cursos de agua mencionados (Dutra et al., 2019; Basílico 2021; Pazos y Gómez, 2021).

### ***Dimensión ecológica***

Para comprender las presiones y la influencia de las actividades antropogénicas sobre los cuerpos de agua, es indispensable la evaluación de la calidad del agua a través de métodos hidroquímicos y muestreos a campo (Nong et al., 2020). Asimismo, los ICAs son una herramienta ampliamente utilizada para evaluar la calidad de agua superficial y subterránea (Wu et al., 2017) que permite informar, evaluar cambios e identificar tendencias en la calidad del agua (Pesce y Wunderlin, 2000).

Los indicadores de la dimensión ecológica ( $EC_1$  y  $EC_2$ ) consideraron variables de relevancia que pudieran informar condiciones de deterioro en los cuerpos de agua estudiados. Para el cálculo del ICA se utilizaron los parámetros OD,  $T^\circ$ , pH,

conductividad, turbidez, SS,  $\text{N-NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ , PT y  $\text{DBO}_5$  considerados variables comúnmente utilizadas en el cálculo de ICAs (Uddin et al., 2021). Asimismo, se seleccionaron estos parámetros por la información ambiental que brindan. La concentración de OD está relacionada con el desarrollo de la vida acuática, la conductividad con la presencia de sales, minerales o contaminantes similares, el PT es clave para evaluar la concentración de nutrientes, la  $\text{DBO}_5$  es un indicador de contaminación orgánica y los SS pueden disminuir la transparencia del agua y del OD (Fontanarrosa et al., 2023). Mediante el monitoreo de estas variables físicas y químicas, y el cálculo del ICA, se pudieron determinar diferentes niveles de calidad en los cuerpos de agua e identificar potenciales amenazas. Las lagunas urbanas registraron niveles de calidad entre moderados a altos, coincidiendo con valores reportados para otras lagunas urbanas alrededor del mundo y sólo una evidenció una baja calidad en sus aguas (Wu et al., 2017; Ajmal et al., 2019; Choden et al., 2022). Pese a este resultado, cabe aclarar que los cuerpos de agua con mala o baja calidad siguen siendo proveedores de servicios ecosistémicos sociales, culturales y abundantes en términos de biodiversidad (Mitroi et al., 2022).

El monitoreo en épocas contrastantes (cálida y fría) permitió observar variaciones en los parámetros estudiados y dan evidencia de la relevancia del monitoreo de estos espacios azules para una mejor evaluación de su calidad de agua. De acuerdo a Mitroi et al. (2022) el área adyacente (500m-1km) a los cuerpos de agua tiene un efecto marcado en la calidad del agua. Además, las lagunas urbanas son particularmente vulnerables a los impactos antropogénicos como la contaminación atmosférica debido al alto tráfico vehicular y la alta densidad doméstica e industrial (Antonowicz et al., 2018), las descargas industriales clandestinas sin tratamiento (Oliver et al., 2019), y la escorrentía de aguas residuales de origen domiciliario y de actividades agrícolas e industriales (Mamun et al., 2021).

Puede atribuirse la presencia de contaminantes por descargas industriales y domésticas en los cuerpos de agua debido a la influencia de los arroyos y ríos urbanos en su entorno. De acuerdo a Shao et al. (2023) el 90% de los ríos que circulan a través de las ciudades se encuentran contaminados y generan amenazas ecológicas y para la salud pública por la alta carga de este tipo de efluentes en sus aguas. Entre los resultados obtenidos en el presente estudio, destaca la situación de la laguna BA. Esta presentó los valores más altos de conductividad para ambas temporadas de muestreo, mientras que SI los más bajos. Se infiere que la variabilidad, se debe al origen del agua de llenado de las lagunas urbanas. BA recibe aportes del Arroyo Las Tunas donde se registraron elevados valores de conductividad probablemente relacionados a las descargas que recibe de una planta de tratamiento en las inmediaciones donde se registraron valores entre 1190-1348  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en 2016-2017 (Dutra Alcoba et al., 2019) y 1340-2047  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en 2017-2018 (Avila et al., 2019). Mientras que, en SI, el origen de las aguas de llenado es por capilaridad, agua de lluvia y por el desborde del Río de la

Plata lo que podría generar un efecto de dilución (Avigliano et al., 2019). A su vez, BA presentó los valores más altos de concentración de los nutrientes estudiados posiblemente por la descarga de efluentes domiciliarios (aguas de lavado, cocina y baño) sin tratamiento previo, lo que indicaría un funcionamiento irregular de la planta de tratamiento que aporta al arroyo Las Tunas que descarga en BA. Estos resultados coinciden con los encontrados en años anteriores para este cuerpo de agua (Avila et al., 2019; Dutra Alcoba et al., 2019)

Las lagunas SI y VL se ven influenciadas en su entorno por el Río de la Plata donde se registraron efluentes cloacales escasamente tratados, efluentes de origen industrial y urbano, además de la escorrentía provocada por las precipitaciones sobre las áreas urbanizadas y en la zona costera la presencia de basurales que aporta distintos tipos de desechos (Pazos y Gómez, 2021). Mientras que una situación similar ocurre con la laguna CD, donde su calidad de agua se puede ver afectada por los aportes que recibe del Lago San Francisco, Arroyo Durazno y La Choza. Estos cursos de agua presentan calidad de agua variable, donde destaca el arroyo La Choza con mala calidad de agua con niveles muy bajos de oxígeno disuelto y elevados niveles de nutrientes inorgánicos, DBO<sub>5</sub> y DQO. Mientras que, los arroyos Durazno y La Horqueta poseen una buena calidad del agua, con contenidos de oxígeno adecuados para la vida acuática y concentraciones de nutrientes habituales para esta región (Rigacci, 2018). A su vez, estos cuerpos de agua se ubican en la cuenca alta del Río Reconquista donde más de una década de estudios sobre la calidad superficial evidencian que existen situaciones de contaminación hídrica persistentes en el tiempo (Basílico, 2021).

El indicador de contaminación fecal *Escherichia coli*, se registró en dos de las cuatro lagunas estudiadas (BA y CD). Los resultados obtenidos pueden atribuirse a posibles descargas domiciliarias que sumado a la presencia de sistemas de drenaje inadecuados y al aumento de la superficie impermeabilizada, contribuyen a que el agua contaminada llegue por escorrentía a los cuerpos de agua (Oliver et al., 2019).

### ***Dimensión comunitaria***

Los espacios verdes y azules, son proveedores de diversos servicios ecosistémicos en las ciudades, entre ellos, servicios culturales asociados al bienestar, la salud para la comunidad y la educación. Ofrecen la posibilidad de realizar actividades recreativas (andar en bicicleta, correr, caminar, pasear) o simplemente disfrutar del paisaje. Estas actividades mejoran la salud física y mental y el bienestar de las personas a partir del contacto con la naturaleza en las actividades de recreación o apreciación (Veerkamp et al., 2021). Asimismo, caminar, observar o estar cerca de los espacios azules también resulta positivo para el bienestar físico y psicológico (Blicharska et al., 2017).

Los indicadores seleccionados en esta dimensión aportan indicios de estos servicios culturales. En primer lugar, SI, VL y CD ofrecen actividades a la comunidad que se

alinean directamente con los objetivos de conservación y de educación ambiental de cada área protegida. Esto invita a la comunidad y a los usuarios a conocer cada uno de los espacios a partir de diferentes actividades. En segundo lugar, se identificó la presencia de elementos que apoyan estas actividades y propician otras relacionadas con el ocio y el encuentro social. Los elementos del mobiliario urbano (indicador CO<sub>2</sub>) favorecen la socialización y el sentido de pertenencia por medio del acercamiento a la escala humana, la convivencia e incluso la pertenencia (de Oliveira y de Araujo, 2022).

Dado el rol que tienen los espacios verdes y azules como lugares de encuentro y en particular, el poder atrayente de las lagunas urbanas, la opinión sobre la percepción de los usuarios es una variable a tener en cuenta para la gestión. De acuerdo a Mitroi et al. (2022) la percepción pública junto a algunos valores estéticos es, en efecto, los factores claves para la gestión sustentable. Asimismo, afirman que no considerar la percepción social puede llevar a un conflicto entre la percepción y la acción pública en relación a la conservación. Es indispensable, para mitigar posibles conflictos entre los intereses de conservación, promover la difusión de información en la comunidad sobre el rol que desempeñan activamente las áreas protegidas (Blicharska et al., 2016). Si bien, en la presente investigación no se logró indagar sobre estas cuestiones, podría tomarse como referencia el estudio desarrollado por Mitroi et al. (2022) y considerar, en estudios futuros, su enfoque sociológico para la evaluación de la representación de usos y calidad en los espacios azules realizando encuestas, entrevistas y trabajando con un panel de participantes.

### 5.3 Lagunas urbanas y ciudades sustentables

Actualmente, las ciudades enfrentan diversos desafíos sociales y ambientales. Entre ellos, el acelerado ritmo de la urbanización, la regeneración urbana, cambios en los ciclos económicos y diversas amenazas naturales (Zeng et al., 2022). Con consecuencias directas sobre el ambiente, la gestión de los efectos del crecimiento urbano se presenta como un desafío y una oportunidad para repensar la planificación y diseño de los espacios urbanos (Puchol-Salort et al., 2021). Es así que la resiliencia y la sustentabilidad surgen como estrategias efectivas para ayudar a los procesos de planificación urbana (Zeng et al., 2022). Ambos conceptos son necesarios para alcanzar el Objetivo de Desarrollo Sustentable 11 que plantea que las ciudades deben ser inclusivas, limpias, resilientes y sustentables (Naciones Unidas, 2015). Entre las alternativas que surgen para enfrentar los impactos del crecimiento urbano, el aumento de la superficie de los espacios verdes y azules en la ciudad es una de las estrategias de política sugerida para hacer frente a esos desafíos (ONU, 2022; CPAU, 2021). Estos ecosistemas pueden incluirse en la planificación urbana a partir del enfoque de la infraestructura azul y verde que considera un despliegue sistemático y estratégico de los elementos naturales, que incluyen a los espacios verdes y los cuerpos de agua dentro del entorno urbano (de Macedo et al., 2021). De acuerdo con

Kozak et al. (2020), el concepto hace referencia a las capacidades propias que tienen los espacios verdes, el agua y los ecosistemas en los que están inmersos para producir beneficios ambientales y mejorar la calidad de vida en las ciudades. Ejemplos de infraestructura azul y verde son los parques, áreas naturales protegidas, corredores verdes, ríos, arroyos, lagunas, humedales, reservorios de biorretención y plazas o parques inundables (CPAU, 2021).

Las cuatro lagunas urbanas estudiadas y las áreas verdes en las que se localizan presentan un alto potencial de formar parte de la infraestructura azul y verde a nivel de la RMBA. Todas ellas se ubican en áreas verdes de centros urbanos y se conectan a otros espacios verdes o azules como ríos y arroyos urbanos pudiendo funcionar como corredores de biodiversidad. Estos espacios integrados al entorno construido, de manera planificada, diseñada y gestionada estratégicamente y a múltiples escalas proporcionarían múltiples beneficios a la población y a la conservación de la biodiversidad (de Macedo et al., 2021). Cabe destacar, que esto plantea un desafío para la RMBA ya que, a pesar de haber comenzado su desarrollo a la vera de varios cursos naturales de agua, desde fines del siglo XIX y comienzos del XX, impulsó un rápido avance sobre ellos sepultando los rasgos naturales del sistema en pos del desarrollo de barrios, infraestructura y servicios (Kozak et al., 2021). Sin embargo, existen propuestas que combinan la ecología y planificación urbana (Garay y Fernández, 2013; Kozak et al., 2021; Rotger et al., 2022) para incorporar estos ecosistemas al sistema urbano en la RMBA.

## **6. Conclusiones**

En la presente investigación se desarrolló un Índice de Sustentabilidad de Lagunas Urbanas (ISLU) considerando componentes político-institucionales, socioeconómicos, ecológicos y comunitarios. La aplicación del índice a cuatro lagunas urbanas del noroeste del conurbano bonaerense permitió clasificarlas de acuerdo a su nivel de sustentabilidad e identificar diferencias entre sus componentes. En el caso de estudio analizado, los resultados obtenidos permitieron identificar diferencias entre las lagunas ubicadas en el primer cordón del conurbano bonaerense y las del segundo cordón. En primera instancia, las lagunas del primer cordón presentaron valores de sustentabilidad altos, mientras que las del segundo moderada. Esto plantea un desafío para futuras investigaciones donde se valide el índice a partir de incorporar al análisis un número más amplio de lagunas urbanas.

A partir de analizar cada componente de la sustentabilidad en los cuatro cuerpos de agua se pudo caracterizar la complejidad que posee cada una desde su contexto territorial, actores sociales presentes y situación ecológica. Esto permitió, a partir de los indicadores e índices utilizados, medir y comparar la situación en las cuatro lagunas estudiadas y generar información novedosa de base. El índice propuesto evidencia ser



una herramienta útil para la transmisión de información y para la toma de decisiones dado su poder de síntesis y fácil interpretación.

Dada la importancia de los espacios azules en las ciudades, la aplicación y desarrollo de este tipo de índices es necesario para contribuir al desarrollo de nuevas discusiones y aportar conocimiento en el ámbito de los estudios urbanos desde una perspectiva que considere la sustentabilidad urbana.

## Anexo 1- Creación de los espacios verdes y orígenes de las lagunas urbanas

En la Región Metropolitana de Buenos Aires la tradición por la creación y preservación de espacios verdes se remonta a la década de 1870 con el comienzo de la construcción del Parque Tres de Febrero, más conocido actualmente como Bosques de Palermo, a cargo de Domingo Faustino Sarmiento (Fernández Romero, 2019; Fernández, 2021). De acuerdo a Fernández Romero (2019), se pueden distinguir tres períodos característicos de intervención sobre los espacios verdes, el primero que va desde el año 1945 a 1955, el segundo entre los años 1955 a 1982 y el último entre los años 1982 a 2016. Las cuatro lagunas urbanas del conurbano bonaerense en estudio, se ubican en espacios verdes que se crearon en el tercer período (Figura 15). Este período, se caracteriza en un primer momento por la implementación de políticas neoliberales, con una significativa reforma del Estado, políticas centrales de desregularización, privatización, focalización y descentralización (Reese, 2011). También, por un proceso de revalorización de la tierra suburbana y periurbana generando el crecimiento de las urbanizaciones cerradas (Fernández Romero, 2019). En un segundo momento de este período, se producen cambios principalmente en el rol del Estado y sobre las reglas de privatización de los servicios públicos (Reese, 2011). Se evidenció una tendencia a la creación de espacios verdes privados o excluyentes y el surgimiento de reservas urbanas y periurbanas de carácter público como resultado de las acciones de Organizaciones No Gubernamentales (ONGs), asambleas y organizaciones sociales (Fernández Romero, 2019).

Figura 1: línea de tiempo de la creación de los espacios verdes en estudio

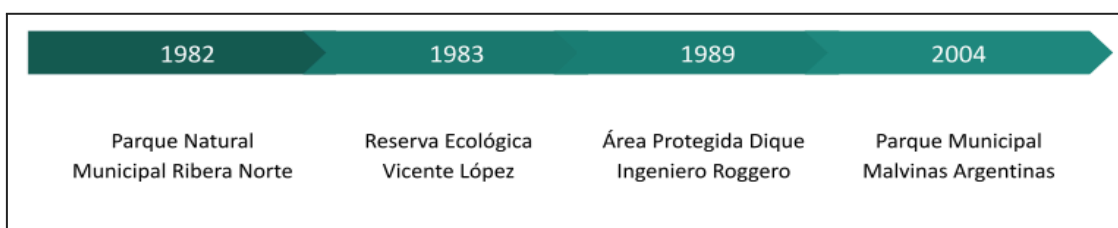


Figura 15: línea de tiempo de la creación de los espacios verdes en estudio

El Parque Natural Municipal Ribera Norte es la primera área protegida en crearse, este parque es el último relicto natural en la zona norte que muestra cómo era la costa del Río de la Plata en sus comienzos (Chebez et al., 2012). Entre 1749 y 1743, el padre Fray Pedro José de Parras, en un derrotero de sus viajes ya relataba sobre esta zona:

El día 4 salí de Areco, después de medianoche, y a la una del día estaba en San Isidro, que dista cinco leguas de la ciudad de Buenos Aires, camino que ya es deliciosísimo, porque, sobre andarse por la playa del gran Río de la Plata, está poblado de bellísimas casas de campo (Chebez et al., 2012, p.397).

El lugar se consolidó como la primera reserva natural municipal del país en la década de los ochenta con el objetivo de proteger una muestra original de la costa del Río de la Plata (Municipio de San Isidro, s.f). Inicialmente el área de 10 hectáreas, fue declarada reserva en 1982 y en 1988 la municipalidad aprobó la ordenanza de su creación (Ordenanza Municipal N° 6.541/1988). Mediante un convenio con la Fundación Vida Silvestre (FVSA) durante los primeros años gestionaron el Refugio de Vida Silvestre Ribera Norte y luego, este espacio contó con el asesoramiento por parte de la Asociación Ribera Norte (Municipio San Isidro, s.f). En 2008, con la creación de la Dirección de Ecología y Conservación de la Biodiversidad, se amplió la superficie de la reserva a 50 hectáreas incluyendo parte del río y el vivero de plantas nativas (Chebez et al., 2012). Actualmente, el PNMRN cuenta con cuatro sectores bien delimitados: refugio, relleno, vivero y río. En el sector de refugio se encuentra la laguna SI que tiene su origen luego de una sudestada en el año 1994 (Chebez et al., 2012).

Otra reserva que fue creada por acuerdos entre la municipalidad y ONGs es la Reserva Ecológica Vicente López. Desde temprano, la identidad del municipio de Vicente López estuvo asociada a la ribera del Río de la Plata constituida por bañados, que fue ocupada paulatinamente por clubes deportivos y sociales; depósitos y actividades logísticas; viviendas unifamiliares precarias y de sectores medios que se instalaron en terrenos ganados al río (Colella, 2013). El municipio presentó desde temprano una mayor integración a la ciudad de Buenos Aires que otros municipios de la conurbación y la zona se caracterizó por la producción, sobre todo ladrillera, y lugar de residencia vacacional de la élite porteña (Wertheimer, 2017).

A fines del siglo XIX, el municipio comenzó a imponerse como ciudad balnearia al igual que Capital Federal y Tigre con la instalación de los primeros balnearios. A partir de 1920, se instalaron los primeros clubes privados y a medida que se fueron añadiendo terrenos por medio de continuos rellenos se instalaron pequeños comercios familiares, viviendas y numerosos talleres mecánicos y depósitos (Wertheimer, 2017). En la década de los sesenta comienza a hacerse evidente la alta contaminación del Río de la Plata, por lo que bañarse en sus aguas se vuelve más peligroso. Es así que en 1978, se sancionó una ordenanza municipal prohibiendo el acceso para bañarse en sus aguas y en paralelo, se instaló en la ribera el Batallón Albatros de Prefectura.

Con la llegada de la democracia, se implementaron una serie de acciones con el fin de recuperar la ribera. En 1983, se desmanteló el batallón instalado y se reinauguró la zona como balneario por un período corto de tiempo. A su vez, el municipio incorporó a su Código de Edificación la “zona de reserva” creando un área de preservación del medio natural y protección de especies (Chebez et al., 2012). Luego, en 1987, se emprendió una transformación masiva del área que requirió que las playas de arena pasaran a ser depositarias de la descarga diaria de basura, escombros, restos de demolición y residuos de todo tipo, que constituirían una base de rellenos con la cual el

municipio sumaría 200 hectáreas a su superficie. En 1992, a partir del Concurso Nacional de Ideas para la Recuperación Urbana Ambiental y Ecológica del Área Ribereña de Vicente López se encargaron obras de parqueización de la costa (Figura 16). Sobre los escombros y restos de demolición se erigieron terraplenes que fueron forestados con distintos pastizales y especies arbóreas (Wertheimer, 2017).



Figura 16: Notas periodísticas del año 1992 y 1993 sobre la recuperación de la costa y los espacios verdes de Vicente López. Fuente: Archivo histórico digital de Vicente López.

La actual reserva ecológica, posee una superficie de 13 hectáreas, si bien en 1983 se incorporó al Código Urbano la zona de reserva (Ordenanza Municipal 4765/83), su inauguración como Reserva Municipal se dio en el año 2000. El terreno que hoy ocupa la reserva es el resultado de un albardón de relleno de tierra y escombros que dejó encerrada una laguna que cuenta con una compuerta que la comunica con el Río de la Plata (Chebez, 2005). Esta práctica que se desarrolló modificando los límites originarios de la ciudad de Buenos Aires, comenzó en 1887 y es entre 1964 y 1991 donde se adiciona una mayor superficie (Wertheimer, 2017).

Continuando con la línea de tiempo de la creación de los espacios verdes, en el año 1989, se crea el Área Natural Protegida Dique Roggero. Esta área se localiza en el partido de Moreno y fue creada con el objetivo principal de conservar y preservar la flora y fauna nativas (Cuerpo Municipal de Guardaparques de Moreno, comunicación personal, 2021). Originalmente, el área era rural donde se desarrollaba la cría de animales, agricultura y tambos. Hay registros que ya en 1771 describen a este lugar como una ruta de paso desde Buenos Aires atravesando Las Conchas, hoy conocido como el Río Reconquista. El 25 de octubre de 1884 fue creado el partido de Moreno sobre jurisdicción de los hoy partidos de Luján y Pilar, luego en 1878 se redujo su

extensión por ley al crearse el municipio de General Rodríguez y en 1889 el partido de General Sarmiento (Ramat, 2017).

Uno de los hitos en la zona fue la construcción del dique Roggero entre 1968-1972. A partir del crecimiento poblacional del curso medio e inferior de la cuenca del río Reconquista, las crecidas trajeron aparejadas inundaciones en las poblaciones aguas abajo. La solución a esto fue la construcción de tres diques: el Roggero, El Durazno y La Choza; éstos dos últimos emplazados sobre los arroyos homónimos. Cada crecida que se producía era regulada por la Dirección de Hidráulica de la Provincia de Buenos Aires. Esto generaba, muchas veces, un embalse de varias hectáreas detrás de cada represa para que su escurrimiento fuera más controlado (Morici, 2016).

Aproximadamente en el año 1970, las tierras de la actual área natural protegida son adquiridas por Giorgio Padoani que comienza con las tareas de forestación y loteo para la creación del Country Club Los Robles de River (Chávez, 2020). Este proyecto no llegó a concretarse y en 1989 el municipio adquirió las tierras y en 1990 creó el Museo de Sitio Francisco Muñiz (Beck et al., 2016; Morici, 2016). Actualmente, en el área hay tres sectores de interés diferenciados: la Reserva Municipal Los Robles, el Lago San Francisco y el humedal asociado, y el Museo de Sitio Francisco Muñiz.

La historia sobre el municipio de Malvinas Argentinas, lo describe originalmente como los fondos de las estancias que nacían, por un lado, desde el río Las Conchas y por el otro en el arroyo o cañada de Escobar (Arroyo Pinazo). Por subsiguientes divisiones se llegó a las estancias de Francisco Castellano y Ángel Cignolli, que eran establecimientos tamberos y chacras. Un hito histórico, fue la llegada del ferrocarril Central Córdoba extensión Buenos Aires. En 1908, por decreto del Poder Ejecutivo Nacional se dispuso la ubicación de la estación Los Polvorines en las tierras de Cignolli. El año siguiente se inauguró la estación y un año más tarde surgió la idea de trazar el pueblo y a tal efecto, en 1910, don Ángel Cignoli vendió las tierras que rodeaban a la estación, que determinó el primer barrio de la zona, al que se denominó Villa Suiza, y que contaba con 32 manzanas. El 5 de marzo de 1913 se efectuó el primer remate de este loteo y luego fueron surgiendo otros barrios (Cravino, 2011).

La laguna se ubica en el actual Predio Municipal Malvinas Argentinas, conocido también como El Batallón. Históricamente, este espacio era parte del Ejército Nacional que tenía actividades como Batallón o compañía de municiones 601. Esta área vacante u ociosa, fue subastada en el año 1999 con el objetivo de crear una nueva centralidad en el municipio (PODUMA, 2004). Las 60 hectáreas del predio fueron desafectadas de su uso militar, debido a la peligrosidad de sus instalaciones ante la cercanía con la urbanización debido a una explosión en los depósitos de municiones (La Nación, 1999; Robledo, 2011). A partir del año 2000, dado el crecimiento de las distintas localidades, se comienza a plantear la necesidad de crear una nueva centralidad e identidad del municipio. En el año 2001, junto a la Universidad Nacional de General Sarmiento se

delinearon los objetivos del Plan Maestro de Nueva Centralidad que consistían en lograr la integración social, identidad local y desarrollo económico (Decreto Municipal 576/08). Esto se daría a partir de una gran intervención alrededor del predio donde se ubicaba el Ex- batallón 601.

## Anexo 2- Guía de preguntas para entrevistas exploratorias semiestructuradas

<i>Predio Municipal El Batallón, Malvinas Argentinas</i>
<b>Datos de contacto</b>
1. Nombre y apellido
2. Cargo que ocupa
3. Área en la que se desempeña
4. Mail de contacto
5. Teléfono de contacto
<b>Sobre el predio municipal</b>
6. ¿Cuándo fue la fecha de creación del predio municipal conocido como "Batallón"?
7. ¿Mediante qué instrumento legal se creó?
8. ¿Cuál es el dominio de la tierra?
9. ¿Qué área o sector del municipio lo administra?
10. ¿Cuál es el principal objetivo de este espacio verde?
11. ¿Existe algún plan de gestión del predio?
<b>Plan de gestión del predio</b>
12. ¿Qué tareas incluye el plan de gestión del predio y con qué frecuencia se realizan?
13. ¿Qué área/sector del municipio las realiza?
<b>Sobre la laguna del predio</b>
14. ¿Cuál es el origen de la laguna?
15. ¿De dónde proviene el agua de llenado de la laguna?
16. ¿Cuál es la función principal que tiene la laguna?
17. ¿Qué sector o área del municipio administra la laguna?
18. ¿Cuál es la función o relación que tiene con el arroyo Las Tunas?
19. ¿Qué características tiene el Arroyo Las Tunas?
20. ¿Cómo es la calidad del agua del arroyo?
21. Sobre la laguna y el predio en general, ¿identifica algún conflicto en torno al uso del suelo o algún otro tipo de conflicto?

22. <i>¿Existe algún plan de manejo o de gestión de la laguna?</i>
<b>Actividades de manejo</b>
23. <i>¿Qué actividades de manejo se realizan actualmente en la laguna y con qué frecuencia?</i>
24. <i>¿Qué sector o área del municipio realiza estas actividades?</i>
<b>Plan de gestión de la laguna</b>
25. <i>¿El plan de gestión es un documento oficial que tiene sanción por ordenanza o algún otro instrumento legal?</i>
26. <i>¿Qué actividades de manejo incluye y con qué frecuencia se realizan?</i>
27. <i>¿Qué sector o área del municipio realiza estas actividades?</i>
<b>Sobre los visitantes/usuarios</b>
28. <i>¿Tienen algún registro de visitantes?</i>
29. <i>¿Qué cantidad de personas visita la laguna?</i>
30. <i>¿De dónde provienen?</i>
31. <i>¿Qué actividades suelen realizar?</i>
<b>Sobre la normativa</b>
32. <i>¿Qué normativa se aplica para la conservación o protección de la laguna?</i>
<b>Actividades a futuro</b>
33. <i>¿Qué actividades de mejora tienen planificadas para la laguna?</i>
<b>Espacio para información adicional que desee agregar</b>
34. <i>Se pide agregar cualquier otra información que considere relevante</i>



**Cavita Dique, Moreno**

**Datos de contacto**

1. Nombre y apellido

2. Cargo que ocupa

3. Área en la que se desempeña

4. Mail de contacto

5. Teléfono de contacto

**Sobre el Área Natural Protegida Dique Roggero**

6. ¿Cuáles son los límites del ANP Dique Roggero?

7. ¿Qué sectores incluye?

8. ¿Cuándo se declara área protegida?

9. ¿Mediante qué instrumento legal se declara área protegida? (ley nacional, provincial, ordenanza municipal, etc.)

10. ¿Cuáles son los objetivos del ANP?

11. ¿Quién administra el área natural protegida?

12. ¿Qué nivel de protección tiene el ANP?

**Sobre la Reserva Municipal Los Robles**

13. ¿Cuáles son los límites de la reserva?

14. Comente en qué consiste la ordenanza 2563/89 que declara a la reserva Los Robles como sitio de interés turístico

15. ¿Qué área/sector del municipio lo administra?

**Plan de gestión de la reserva**

16. ¿Es un documento oficial sancionado por ordenanza municipal?

17. ¿Qué tareas incluye el plan de gestión de la reserva y con qué frecuencia se realizan?

18. ¿Qué área o sector del municipio las realiza?

**Sobre la laguna en estudio denominada CD**

19. ¿Sabe el nombre real de esta laguna?

20. ¿La laguna llamada "CD" se encuentra dentro del área natural protegida Dique Roggero?

21. ¿Cuál es el origen de la laguna?

22. ¿De dónde proviene el agua de llenado de la laguna?

23. ¿Cuál es la función principal que tiene la laguna?

24. <i>¿Este sitio es de acceso abierto al público?</i>
25. <i>¿Qué sector o área del municipio administra la laguna?</i>
26. <i>Sobre la laguna y el predio en general, ¿identifica algún conflicto en torno al uso del suelo o algún otro tipo de conflicto?</i>
27. <i>¿Existe algún plan de manejo o de gestión de la laguna?</i>
<b>Actividades de manejo</b>
28. <i>¿Qué actividades de manejo se realizan actualmente en la laguna y con qué frecuencia?</i>
29. <i>¿Qué sector o área del municipio realiza estas actividades?</i>
<b>Plan de gestión de la laguna</b>
30. <i>¿El plan de gestión es un documento oficial que tiene sanción por ordenanza o algún otro instrumento legal?</i>
31. <i>¿Qué actividades de manejo incluye y con qué frecuencia se realizan?</i>
32. <i>¿Qué sector o área del municipio realiza estas actividades?</i>
<b>Sobre los visitantes/usuarios</b>
33. <i>¿Tienen algún registro de visitantes?</i>
34. <i>¿Qué cantidad de personas visita la laguna?</i>
35. <i>¿De dónde provienen?</i>
36. <i>¿Qué actividades suelen realizar?</i>
37. <i>¿Qué otras actividades se realizan con la comunidad? Ejemplo: actividades educativas, de concientización, etc.</i>
<b>Sobre la normativa</b>
38. <i>¿Qué normativa se aplica para la conservación o protección de la laguna?</i>
<b>Actividades a futuro</b>
39. <i>¿Qué actividades de mejora tienen planificadas para la laguna?</i>
<b>Espacio para información adicional que desee agregar</b>
40. <i>Se pide agregar cualquier otra información que considere relevante</i>

**Parque Natural Municipal Ribera Norte, San Isidro**

**Datos de contacto**

1. Nombre y apellido

2. Cargo que ocupa

3. Área en la que se desempeña

4. Mail de contacto

5. Teléfono de contacto

**Sobre Ribera Norte**

6. ¿Qué área o sector del municipio administra Ribera Norte?

7. ¿Qué normativa protege el área de la reserva?

**Sobre la laguna de la reserva**

8. ¿Cuál es el origen de la laguna?

9. ¿De dónde proviene el agua de llenado de la laguna?

10. ¿Cuál es la función principal que tiene la laguna?

11. ¿Qué sector o área del municipio administra la laguna?

12. Sobre la laguna y el predio en general, ¿identifica algún conflicto en torno al uso del suelo o algún otro tipo de conflicto?

13. ¿Existe un plan de manejo/gestión de la laguna?

**Actividades de manejo**

14. ¿Qué actividades de manejo se realizan actualmente en la laguna y con qué frecuencia?

15. ¿Qué sector o área del municipio realiza estas actividades?

**Plan de gestión de la laguna**

16. ¿El plan de gestión es un documento oficial que tiene sanción por ordenanza o algún otro instrumento legal?

17. ¿Qué actividades de manejo incluye y con qué frecuencia se realizan?

18. ¿Qué sector o área del municipio realiza estas actividades? Sobre los visitantes/usuarios

**Sobre los visitantes/usuarios**

19. ¿Tienen algún registro de visitantes?

20. ¿Qué cantidad de personas visita la laguna?

21. ¿De dónde provienen?

22. ¿Qué actividades suelen realizar?

23. Además de los talleres, visitas guiadas y voluntariado ambiental ¿Qué otras actividades se realizan con la

<i>comunidad?</i>
<b>Sobre la normativa</b>
24. <i>¿Qué normativa se aplica para la conservación o protección de la laguna?</i>
<b>Actividades a futuro</b>
25. <i>¿Qué actividades de mejora tienen planificadas para la laguna?</i>
<b>Espacio para información adicional que desee agregar</b>
26. <i>Se pide agregar cualquier otra información que considere relevante</i>

**Reserva Ecológica Vicente López, Vicente López**

**Datos de contacto**

1. Nombre y apellido

2. Cargo que ocupa

3. Área en la que se desempeña

4. Mail de contacto

5. Teléfono de contacto

**Sobre la reserva**

6. ¿Qué área o sector del municipio administra la REVL?

7. ¿Qué normativa protege el área de la reserva?

8. ¿La REVL tiene establecido algún nivel de protección?

9. ¿Existe un plan de gestión de la reserva?

**Plan de gestión de la reserva**

10. ¿Es un documento oficial sancionado por ordenanza municipal?

11. ¿Qué tareas incluye el plan de gestión de la reserva y con qué frecuencia se realizan?

12. ¿Qué área o sector del municipio las realiza?

**Sobre la laguna de la reserva**

13. ¿Cuál es el origen de la laguna?

14. ¿De dónde proviene el agua de llenado de la laguna?

15. ¿Cuál es la función principal que tiene la laguna?

16. ¿Qué sector o área del municipio administra la laguna?

17. Sobre la laguna y el predio en general ¿Identifica algún conflicto en torno al uso del suelo o algún otro tipo de conflicto?

18. ¿Existe algún plan de manejo o de gestión de la laguna?

**Actividades de manejo**

19. ¿Qué actividades de manejo se realizan actualmente en la laguna y con qué frecuencia?

20. ¿Qué sector o área del municipio realiza estas actividades?

**Plan de gestión de la laguna**

21. ¿El plan de gestión es un documento oficial que tiene sanción por ordenanza o algún otro instrumento legal?

22. ¿Qué actividades de manejo incluye y con qué frecuencia se realizan?

23. <i>¿Qué sector o área del municipio realiza estas actividades?</i>
<b>Sobre los visitantes/usuarios</b>
24. <i>¿Tienen algún registro de visitantes?</i>
25. <i>¿Qué cantidad de personas visita la laguna?</i>
26. <i>¿De dónde provienen?</i>
27. <i>¿Qué actividades suelen realizar?</i>
28. <i>Además de los talleres, visitas guiadas y voluntariado ambiental ¿Qué otras actividades se realizan con la comunidad?</i>
<b>Sobre la normativa</b>
29. <i>¿Qué normativa se aplica para la conservación o protección de la laguna?</i>
<b>Actividades a futuro</b>
30. <i>¿Qué actividades de mejora tienen planificadas para la laguna?</i>
<b>Espacio para información adicional que desee agregar</b>
31. <i>Se pide agregar cualquier otra información que considere relevante</i>

# Bibliografía

- Agry, F. P., Purnomo, P. W., & Elfitasari, T. (2023). Sustainability Status of Pond Aquaculture in Tambakbulusan Village on Social or Cultural Dimension and Legal or Institutional Dimension. *International Journal of Islamic Education, Research and Multiculturalism (IJIERM)*, 5(2), 485-505.
- Agua y Saneamientos Argentinos S.A (2022). Informe Anual año 2022.
- Aizaki, M., Otsuki, A., Fukushima, T., Hosomi, M., & Muraoka, K. (1981). Application of Carlson's trophic state index to Japanese lakes and relationships between the index and other parameters. *Proceedings-International Association of Theoretical and Applied Limnology*.
- Alli, C. E., Cantera, C. G., Villalba, L. B., Dos Santos Afonso, M., Scasso, R. A., & Trinelli, M. A. (2016). Determinación de metales pesados y arsénico en muestras de agua del río Reconquista mediante espectroscopía de absorción atómica por horno de grafito.
- Almodóvar, E. S., Cantos, J. O., & Talavera, J. M. (2022). Buenas prácticas en el manejo y gestión del agua pluvial. Casos de estudio en la comarca del Bajo Segura. *Cuadernos geográficos de la Universidad de Granada*, 61(1), 229-250.
- American Public Health Association (APHA) (2005). Standard methods for the examination of water and wastewaters. *American Public Health Association*. Washington D.C. 1193 pp.
- Antonowicz, J. P., Panasiuk, D., Machula, S., Kubiak, J. F., & Opalińska, M. (2018). The anthropogenic pollutants in urban ponds based on the example of Słupsk. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 45, p. 00004). EDP Sciences.
- Archivo histórico digital de Vicente López. <http://www.vicentelopez.gov.ar/archivohistorico/>
- Avigliano, L., Gomez, L., Graziano, M., Fontanarrosa, M., Sinistro, R., Zunino, G., Lavarello, A., Vera, M. y Allende, L. (2019). Calidad del agua de lagunas urbanas en parques públicos, privados y en áreas protegidas (Buenos Aires). En 4to Congreso Latinoamericano de Estudios Urbanos: Transformaciones metropolitanas en América Latina. La investigación frente a nuevos escenarios Lugar: Los Polvorines; Año: 2019
- Ávila, S., Zunino, G. & Allende, L. (2019). Caracterización de la Laguna de Malvinas Argentinas (Buenos Aires) y del impacto de sus afluentes. En 4to Congreso Latinoamericano de Estudios Urbanos: Transformaciones metropolitanas en América Latina. La investigación frente a nuevos escenarios Lugar: Los Polvorines; Año: 2019

- Barsky, A. (2005). El periurbano productivo, un espacio en constante transformación. Introducción al estado del debate, con referencias al caso de Buenos Aires. *Scripta Nova: revista electrónica de geografía y ciencias sociales*.
- Basílico, G. (2021). Características de la cuenca del río Reconquista: aspectos geográficos y ambientales. En Cabo, L. y Marconi, P. (Ed), *Estrategias de remediación para las cuencas de dos ríos urbanos de llanura: Matanza-Riachuelo y Reconquista*. (1a ed., pp. 279-303). Fundación de Historia Natural Félix de Azara
- Beck, F., Torrano, M., y Burgueño, G. (2016). Guía Para Guía de Flora y Fauna del Área Natural Protegida Dique Ing. Roggero. Reserva Municipal Los Robles Museo Municipal de Historia Natural F. Muñiz Lago San Francisco.
- Berger, L., Henry, A. D., & Pivo, G. (2023). Orienteering the landscape of urban water sustainability indicators. *Environmental and Sustainability Indicators*, 17, 100207.
- Blicharska, M., Andersson, J., Bergsten, J., Bjelke, U., Hilding-Rydevik, T., & Johansson, F. (2016). Effects of management intensity, function and vegetation on the biodiversity in urban ponds. *Urban Forestry & Urban Greening*, 20, 103-112.
- Blicharska, M., Andersson, J., Bergsten, J., Bjelke, U., Hilding-Rydevik, T., Thomsson, M., ... & Johansson, F. (2017). Is there a relationship between socio-economic factors and biodiversity in urban ponds? A study in the city of Stockholm. *Urban Ecosystems*, 20(6), 1209-1220.
- Bonofiglio, N. (2017). Informe Técnico. Acceso a condiciones habitacionales, infraestructura urbana básica y a un medio ambiente saludable para la población del Conurbano Bonaerense. Observatorio de la Deuda Social Argentina y Defensoría de la Provincia de Buenos Aires. Recuperado el 15/05/2023 de <https://www.defensorba.org.ar/pdfs/informes-tecnicos-upload-2019/informe-tecnico-medioambiente.pdf>
- Branchi, B. A. (2022). Watershed Sustainability and Composite Index: Application and Challenges. *Sociedade & Natureza*, 34.
- Brundtland, G. (1987). El desarrollo sostenible. Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo. Asamblea General de las Naciones Unidas.
- Burgueño 2012. Capítulo 2 vegetación originaria y modificaciones a nuestros días páginas (132-170). En Athor, J. (editor). 2012. *Buenos Aires: la historia de su paisaje natural*. Fundación de Historia Natural Félix de Azara. Buenos Aires
- Cánovas-Molina, A., García-Frapolli, E., & Ruggerio, C. A. (2022). A proposal of an Irrigation Sustainability Index for agricultural basins: application in a semi-arid river basin. *Irrigation Science*, 1-10.



- Carlson, R. E. (1977). A trophic state index for lakes 1. *Limnology and oceanography*, 22(2), 361-369.
- Cervantes-Jiménez, M., Díaz-Delgado, C., González-Sosa, E., Ángel Gómez-Albores, M., & MastachiLoza, C. A. (2020). Proposal of a water management sustainability index for the 969 sub-basins of Mexico. *Journal of Maps*, 16(2), 432–444.
- Chávez (Director). (2020). *Los Robles el documental* [Documental]. Rodrigo Pozo
- Chebez, J. C. (2005). *Guía de las Reservas Naturales de la Argentina* (Vol. 5). Editorial Albatros.
- Chebez, J. C., Gasparri, B., & Athor, J. (2012). Las reservas y espacios verdes urbanos. Historia y actualidad. *Buenos Aires. La historia de su paisaje natural*, 390-409.
- Choden, Y., Sharma, M. P., Pandey, G., Gupta, S. K., & Dema, K. D. (2022). Ecological Health Assessment of Renuka Lake, Himachal Pradesh, India. *Nature Environment and Pollution Technology*, 21(1), 167-174.
- Cobos, S. A. U., & Jiménez, J. D. J. J. (2010). Diseño de mobiliario urbano para lograr la dinámica social en la ciudad. *Quivera. Revista de Estudios Territoriales*, 12(1), 115-124.
- Colella, V. (2013). Transformaciones, persistencias y resistencias del territorio: la ribera del Municipio de Vicente López. In V Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo, Barcelona-Buenos Aires, junio 2013 (pp. 496-511). Departament d'Urbanisme i Ordenació del Territori. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Cony, N. L., Ferrer, N. C., & Cáceres, E. J. (2014). Evolución del estado trófico y estructura del fitoplancton de un lago somero de la Región Pampeana: laguna Sauce Grande (provincia de Buenos Aires, Argentina). *Biología Acuática*.
- Couret, D. G. (2021). Ciudad inclusiva. El reto se mantiene para la sustentabilidad pospandemia. *AREA, Agenda de Reflexión en Arquitectura, Diseño y Urbanismo*, 28(1), 2.
- CPAU (2021). Rotbart, D., Kozak, D., Henderson, H., & Aradas, R. Hacia una red de Infraestructura Azul y Verde para la Región Metropolitana de Buenos Aires. Recuperado el 11/05/2023 de <https://www.revistanotas.org/revistas/50/2611-hacia-una-red-de-infraestructura-azul-y-verde-para-la-region-metropolitana-de-buenos-aires>
- Cravino, M. C. (2011). Organización territorial y conflictos urbanos del Partido de General Sarmiento: una mirada desde la historia. - 1a ed. - Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento, 2011. E-Book. ISBN 978-987-630-113-8

- CUMA Código Urbano Malvinas Argentinas (2006). En <http://biblioteca.malvinasargentinas.ar/planeamiento/CUMA.pdf> Recuperado el 01/08/2020
- Das, S., & Das, S. (2022). Sustainable Urban Design Guidelines for Different Types of Urban Ponds: A Case Study of Sylhet, Bangladesh. *Current Urban Studies*, 10(4), 593-610.
- Davis, L. J., Milligan, R., Stauber, C. E., Jelks, N. T. O., Casanova, L., & Ledford, S. H. (2022). Environmental injustice and *Escherichia coli* in urban streams: Potential for community-led response. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 9(3), e1583.
- de León, A. G., & Humacata, L. CLASIFICACIÓN ESPACIAL EXPLORATORIA Y MULTIVARIADA CON SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. *Teoría y métodos de la Geografía Cuantitativa*, 39. EN Buzai, G., Cacace, G., Humacata, L., & Lanzelotti, S. (2019). Teoría y métodos de la Geografía Cuantitativa. *Buenos Aires*.
- de Macedo, L. S. V., Picavet, M. E. B., de Oliveira, J. A. P., & Shih, W. Y. (2021). Urban green and blue infrastructure: A critical analysis of research on developing countries. *Journal of Cleaner Production*, 313, 127898.
- De Norte a Norte (2020). Preocupa a vecinos de Barrio El Ceibo, la obra de un camino en la Reserva Ecológica. <https://denorteanorte.com/2020/06/05/preocupa-a-vecinos-de-barrio-el-ceibo-la-obra-de-un-camino-en-la-reserva-ecologica/> Recuperado el 03/09/2021
- de Oliveira Neto, G. C., Correia, J. M. F., Silva, P. C., de Oliveira Sanches, A. G., & Lucato, W. C. (2019). Cleaner Production in the textile industry and its relationship to sustainable development goals. *Journal of cleaner production*, 228, 1514-1525.
- de Oliveira, B. C. G., & de Araujo, E. C. (2022). El mobiliario urbano como elemento de transformación del paisaje urbano. *Revista Latino-americana de Ambiente Construido & Sustentabilidade*, 3(9).
- Decreto Municipal 576/08. [Municipio de Malvinas Argentinas]. Plan Particularizado De Nueva Ciudad Malvinas Argentinas. En <http://biblioteca.malvinasargentinas.ar/planeamiento/nuevaciudad.pdf> Recuperado el 01/08/2020
- Decreto-Ley 8912/77 "Ley de ordenamiento territorial y uso del suelo" Texto Ordenado por Decreto 3389/87 con las modificaciones del Decreto-Ley N° 10128 y las Leyes N° 10653, 10764, 13127, 13342 y 14449.
- Di Pace, M., & Crojethovich, A. D. (1999). La sustentabilidad ecológica en la gestión de residuos sólidos urbanos: indicadores para la Región Metropolitana de Buenos Aires.

- Di Virgilio, M. M., Guevara, T., & Arqueros Mejica, S. (2015). La evolución territorial y geográfica del conurbano bonaerense. *El Gran Buenos Aires*, 1, 73-102.
- Diario lo nuestro (2020). La reserva no se toca y se tocó. <https://www.diariolonuestro.com.ar/single-post/2020/05/23/la-reserva-no-se-toca-y-se-toco> Recuperado el 4/10/2021
- Dolorosa, E. (2016). Sustainability of fishery pond polyculture with and without mangrove integration. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 8(2), 655-669.
- Dutra, Y., Zunino, E., Allende, L. (2019) Primera caracterización del estado trófico de la laguna del parque recreativo ex Batallón 601 (Malvinas Argentinas, provincia de Buenos Aires). En II Jornadas Internacionales de Ambiente y IV Jornadas Nacionales de Ambiente 2018: Libro de resúmenes extendidos / coordinación general de Ana Ulberich y M. Carolina Miranda del Fresno. - 1a ed. - Tandil: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, 2019. 680 páginas. Libro digital, PDF
- El diario de Malvinas (2022). Continúa avanzando la obra del parque la laguna. Recuperado el 25/5/22 de <http://eldiariodemalvinas.com.ar/locales/continua-avanzando-la-obra-del-parque-la-laguna/>
- Fairchild, G. W., Anderson, J. N., & Velinsky, D. J. (2005). The trophic state 'chain of relationships' in ponds: does size matter?. *Hydrobiologia*, 539, 35-46.
- Fazli, B., Shafie, A., Yahaya, N. K. E. M., Awang, S., Jusoh, A. M., Noordin, N., & Ghani, P. H. A. (2016). Lake and Watershed management: Issues and challenges in managing lake water quality. In *Proceedings of the World Congress on New Technologies, July*. <https://doi.org/10.11159/icepr16> (Vol. 169).
- Feng, B., Zhang, Y., & Bourke, R. (2021). Urbanization impacts on flood risks based on urban growth data and coupled flood models. *Natural Hazards*, 106, 613-627.
- Fernández Romero, F. (2019). Espacios verdes ¿para qué y para quiénes?: Territorialidades en disputa en el Área Metropolitana de Buenos Aires (1944-2016). *Estudios Socioterritoriales*, 25, 0-0.
- Fernández, L. (2011). Censo 2010. Somos 14.819. 137 habitantes en la Región Metropolitana de Buenos Aires. *Argentina: Instituto del Conurbano-Universidad Nacional de General Sarmiento*.
- Fernández, L. (2021). El verde metropolitano de Buenos Aires y su región en tiempos de pandemia. *Astrágalo. Cultura de la Arquitectura y la Ciudad*, 1(28), 103-124.

- Fontanarrosa, M.S, Gomez, L., Avigliano, L., Lavarello, A., Zunino, G., Sinistro, R., Vera, M. S., & Allende, L. (2023). Land uses in cities and their impacts on the water quality of urban freshwater blue spaces in the Pampean region (Argentina). *Environmental Monitoring and Assessment*, 195:648. <https://doi.org/10.1007/s10661-023-11216-7>
- Franco Calderón, Á. M., y Zabala Corredor, S. K. (2012). Los equipamientos urbanos como instrumentos para la construcción de ciudad y ciudadanía. *Dearq. Revista de Arquitectura*, (11), 10-21.
- Gallopín, G. (2006). Los indicadores de desarrollo sostenible: aspectos conceptuales y metodológicos. Seminario de expertos sobre indicadores de sostenibilidad en la formulación y seguimiento de políticas (4-6 de octubre, 2006, Santiago) Memorias. Santiago de Chile.
- Gallopín, G. (2003). Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico, Serie Medio Ambiente y Desarrollo. CEPAL-NACIONES UNIDAS, Santiago de Chile.
- Garay, D., & Fernández, L. (2013). Biodiversidad urbana: Apuntes para un sistema de áreas verdes en la región metropolitana de Buenos Aires. Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Gasparri, Barbara. (2018). Plan de Gestión del Parque Natural Municipal Ribera Norte (2018-2023).
- Giannuzzi, L. (2016). Current Problems with Drinking-water Quality in Argentina. *Jacobs Journal of Hydrology*, 2.
- Giri, S., & Qiu, Z. (2016). Understanding the relationship of land uses and water quality in Twenty First Century: A review. *Journal of environmental management*, 173, 41-48.
- Gledhill, D. G., & James, P. (2012). Socio-economic variables as indicators of pond conservation value in an urban landscape. *Urban Ecosystems*, 15, 849-861.
- Gledhill, D. G., James, P., & Davies, D. H. (2005). Urban pond: A landscape of multiple meanings. 5th International Postgraduate Research Conference in The Built and Human Environment, 857–868. <http://usir.salford.ac.uk/9515/>
- Goretti, E., Pallottini, M., Ricciarini, M. I., Selvaggi, R., & Cappelletti, D. (2016). Heavy metals bioaccumulation in selected tissues of red swamp crayfish: An easy tool for monitoring environmental contamination levels. *Science of the Total Environment*, 559, 339-346.
- Grellier, J., White, M. P., Albin, M., Bell, S., Elliott, L. R., Gascón, M., ... & Fleming, L. E. (2017). BlueHealth: a study programme protocol for mapping and quantifying the potential benefits to public health and well-being from Europe's blue spaces. *BMJ open*, 7(6), e016188.

- Hamer, A. J., & Parris, K. M. (2011). Local and landscape determinants of amphibian communities in urban ponds. *Ecological Applications*, 21(2), 378-390.
- Hassall, C (2014) The ecology and biodiversity of urban ponds. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 1 (2). pp. 187-206
- Higgins, S. L., Thomas, F., Goldsmith, B., Brooks, S. J., Hassall, C., Harlow, J., ... & White, P. (2019). Urban freshwaters, biodiversity, and human health and well-being: Setting an interdisciplinary research agenda. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 6(2), e1339.
- Hill, M. J., Greaves, H. M., Sayer, C. D., Hassall, C., Milin, M., Milner, V. S., ... & Wood, P. J. (2021). Pond ecology and conservation: research priorities and knowledge gaps. *Ecosphere*, 12(12), e03853.
- Hill, M. J., Hassall, C., Oertli, B., Fahrig, L., Robson, B. J., Biggs, J., ... & Wood, P. J. (2018). New policy directions for global pond conservation. *Conservation Letters*, 11(5), e12447.
- IANAS. (2019). Water quality in the Americas. Risks and opportunities.
- Infoban (2021). Malvinas inició la construcción del «Parque La Laguna» en el predio municipal. <https://www.infoban.com.ar/11/11/2021/malvinas-inicio-la-construccion-de-l-parque-la-laguna-en-el-predio-municipal/> Recuperado el 25/5/2022
- Infraestructura de Datos Espaciales del Instituto del Conurbano Bonaerense. Industrias RMBA. Recuperado de [http://ideconurbano.ungs.edu.ar/layers/geonode\\_data:geonode:industrias\\_rmba](http://ideconurbano.ungs.edu.ar/layers/geonode_data:geonode:industrias_rmba) el 23/03/22
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2010). Censo nacional de población, hogares y viviendas 2010. Recuperado el 07/06/2021 de [https://redatam.indec.gob.ar/argbin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=CPV2010B&MAIN=WebServerMain.inl&\\_ga=2.168781729.16284562.1654528964-522622250.1649352773](https://redatam.indec.gob.ar/argbin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=CPV2010B&MAIN=WebServerMain.inl&_ga=2.168781729.16284562.1654528964-522622250.1649352773)
- INTA, E. A. (2015). Agricultura Urbana y Periurbana en el Área Metropolitana de Buenos Aires.
- Izquierdo, J. J. P. (2022). Los índices de sostenibilidad ambiental urbana como herramienta para el desarrollo de las ciudades. *Arbor*, 198(803-804), a645-a645.
- Jeppesen, E., Søndergaard, M., & Liu, Z. (2017). Lake restoration and management in a climate change perspective: an introduction. *Water*, 9(2), 122.
- Jhariya, M. K., Meena, R. S., & Banerjee, A. (Eds.). (2021). *Ecological Intensification of Natural Resources for Sustainable Agriculture*. doi:10.1007/978-981-33-4203-3

- Jonnalagadda, S. B., & Mhere, G. (2001). Water quality of the Odzi River in the eastern highlands of Zimbabwe. *Water research*, 35(10), 2371-2376.
- Kozak, D. M., Henderson, H., Rotbart, D., & Aradas, R. (2021). Hacia una Infraestructura Azul y Verde para la Región Metropolitana de Buenos Aires. Recuperado el 11/05/2023 de <https://www.teseopress.com/pensarlasinfraestructurasenlatinoamerica/chapter/beneficios-y-desafios-en-la-implementacion-de-2/>
- Kozak, D., Henderson, H., de Castro Mazarro, A., Rotbart, D., & Aradas, R. (2020). Blue-green infrastructure (BGI) in dense urban watersheds. The case of the Medrano stream basin (MSB) in Buenos Aires. *Sustainability*, 12(6), 2163.
- Kusumawardhana, A., Zlatanovic, L., Bosch, A., & van der Hoek, J. P. (2021). Microbiological health risk assessment of water conservation strategies: a case study in Amsterdam. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5), 2595.
- La izquierda diario (2020). Continúan las denuncias por destrucción de la reserva de Vicente Lopez.  
<https://www.laizquierdadiario.com/Continuan-las-denuncias-por-destruccion-de-la-reserva-de-Vicente-Lopez> Recuperado el 03/09/2022
- La izquierda diario (2020). DENUNCIA. Vicente López: denuncian a Jorge Macri por obras sobre reserva ecológica.  
<https://www.laizquierdadiario.com/Vicente-Lopez-denuncian-a-Jorge-Macri-por-obras-sobre-reserva-ecologica> Recuperado el 03/09/2020
- La izquierda diario (2020). Denuncian ataque de patota contra defensores de la Reserva Ecológica de Vicente López.  
<https://www.laizquierdadiario.com/Denuncian-ataque-de-patota-contra-defensores-de-la-Reserva-Ecologica-de-Vicente-Lopez> Recuperado el 03/09/2020
- La Nación (1999). Rematan una unidad militar que fue un centro de detención. En <https://www.lanacion.com.ar/politica/rematan-una-unidad-militar-que-fue-un-centro-de-detencion-nid126194/> Recuperado el 01/08/2020
- Ley 11.459. [Provincia de Buenos Aires]. Ley de radicación industrial. 16/11/1993. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires.
- Ley Provincial 14.888 de 2017. [Provincia de Buenos Aires]. Ley de bosques nativos. 10 de enero de 2017. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires.
- Lezama, José Luis, & Domínguez, Judith. (2006). Medio ambiente y sustentabilidad urbana. *Papeles de población*, 12(49), 153-176. Recuperado el 07/12/2022 de

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-74252006000300007&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252006000300007&lng=es&tlng=es).

- Li, X., Ding, J., & Ilyas, N. (2021). Machine learning method for quick identification of water quality index (WQI) based on Sentinel-2 MSI data: Ebinur Lake case study. *Water Supply*, 21(3), 1291-1312.
- Liu, X., Zhang, G., Sun, G., Wu, Y., & Chen, Y. (2019). Assessment of Lake water quality and eutrophication risk in an agricultural irrigation area: A case study of the Chagan Lake in Northeast China. *Water*, 11(11), 2380.
- Llopart-Mascaró, A., Gil, A., Martínez, M., Puertas, J., Suárez, J., del Río, H., & Paraira, M. (2010). Caracterización analítica de las aguas pluviales y gestión de las aguas de tormenta en los sistemas de saneamiento. 6a Jornadas técnicas de saneamiento y depuración. Control Analítico de la depuración de aguas residuales. Murcia.
- Maceira, V. (2020). Diferenciación socio-territorial del Área Metropolitana de Buenos Aires y reproducción de los procesos de marginalidad. *Quid 16: Revista del Área de Estudios Urbanos*, (14), 283-310.
- Mahtta, R., Fragkias, M., Güneralp, B., Mahendra, A., Reba, M., Wentz, E. A., & Seto, K. C. (2022). Urban land expansion: the role of population and economic growth for 300+ cities. *Npj Urban Sustainability*, 2(1), 5.
- Maker, A., Nusch, A., Rai, H., y Riemann, B. (1980). The measurement of photosynthetic pigments in freshwaters and standardization of methods: conclusions and recommendations. *Arch Hydrobiol Beih*, 14, 91-106.
- Mamun, M., Atique, U., & An, K. G. (2021). Assessment of water quality based on trophic status and nutrients-chlorophyll empirical models of different elevation reservoirs. *Water*, 13(24), 3640.
- Medina, L. M., y Jordano, R. (2014). Petrifilm – A Simplified Cultural Technique. *Encyclopedia of Food Microbiology*, 19-24. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00250-0>
- Michalina, D., Mederly, P., Diefenbacher, H., & Held, B. (2021). Sustainable urban development: A review of urban sustainability indicator frameworks. *Sustainability*, 13(16), 9348.
- Ministerio del Interior. (s, f). Lineamientos estratégicos para la Región Metropolitana de Buenos Aires. Recuperado el 06/05/2023 de <https://www.mininterior.gov.ar/planificacion/pdf/planes-reg/Lineamientos-Estrategicos-para-la-Region-Metropolitana-de-Buenos-Aires.pdf>

- Mitroi, V., Maleval, V., Deroubaix, J. F., Vinçon-Leite, B., & Humbert, J. F. (2022). What urban lakes and ponds quality is about? Conciliating water quality and ecological indicators with users' perceptions and expectations about urban lakes and ponds quality in urban areas. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 1-18.
- Mora, M. R. (2005). El equipamiento sociocultural en la calidad ambiental urbana. *Provincia*, (13), 69-100.
- Mori, K., & Christodoulou, A. (2012). Review of sustainability indices and indicators: Towards a new City Sustainability Index (CSI). *Environmental impact assessment review*, 32(1), 94-106.
- Morici, A. (2016). Aves del área natural protegida Dique Ingeniero Roggero (1a ed). Fundación de Historia Natural Félix de Azara.
- Morrás, H. J. (2010). Ambiente Físico del área metropolitana. Dinámica de una ciudad. Buenos Aires, 22-67.
- Municipio de Malvinas Argentinas, 2021. Recuperado el 25/5/2022 de <https://www.malvinasargentinas.gob.ar/web/blog/comenzo-la-construccion-del-parque-la-laguna/>
- Municipio de San Isidro (s.f.). Áreas naturales protegidas y biodiversidad. <https://www.sanisidro.gob.ar/areas-protegidas>
- Naciones Unidas. 2015 Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. New York 2015. Recuperado el 14/03/23 de <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- Narciso, C. F., & Paredes, M. M. (2021). Paisaje, ordenamiento y sustentabilidad. Diálogos multidisciplinares con la Arquitectura de Paisaje.
- Nong, X., Shao, D., Zhong, H., & Liang, J. (2020). Evaluation of water quality in the South-to-North Water Diversion Project of China using the water quality index (WQI) method. *Water Research*, 178, 115781. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.115781>
- OECD (2019). "Evaluación ex ante de la regulación y la consulta pública en Argentina", en Estudio de Política Regulatoria en Argentina: Herramientas y prácticas para la mejora regulatoria, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/e66f3799-es>. Recuperado de <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/e66f3799-es/index.html?itemId=/content/component/e66f3799-es> el 25/02/22



- OECD (1982): Eutrophication of Waters. Monitoring, Assessment and Control. — 154 pp. Paris: Organisation for Economic Co-Operation and Development 1982.
- OECD. (2008). Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide. Paris: OECD Publishing.
- Oertli, B., & Parris, K. M. (2019). Review: Toward management of urban ponds for freshwater biodiversity. *Ecosphere* 10 (7): e02810.
- Oliver, S., Corburn, J., & Ribeiro, H. (2019). Challenges regarding water quality of eutrophic reservoirs in urban landscapes: a mapping literature review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(1), 40.
- OMS. Organización Mundial de la Salud. (2021). Guidelines on recreational water quality. Volume 1: coastal and fresh waters. World Health Organization.
- ONU (2022). Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity. Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework.
- ONU-Habitat (2020). Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. La nueva agenda urbana.
- Ordenanza Municipal 6.541 de 1988. [Municipio de San Isidro]. Creación con carácter de Reserva natural Municipal el Refugio Natural Educativo de la Ribera Norte. 5 de octubre de 1988. Honorable Consejo Deliberante de San Isidro.
- Panda, S., Chakraborty, M., & Misra, S. K. (2016). Assessment of social sustainable development in urban India by a composite index. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 5(2), 435-450.
- Pazos, R. S., & Gomez, N. (2021). Los microplásticos en el ambiente: una problemática preocupante en la costa del Río de la Plata.
- Pereira, P., & Baró, F. (2022). Greening the city: Thriving for biodiversity and sustainability. *Science of The Total Environment*, 817, 153032.
- Periódico para todos (2020). Atropello ambiental y violencia en Vicente López. <https://periodicoparatodos.com.ar/2020/05/28/atropello-ambiental-y-violencia-en-vicente-lopez/> Recuperado el 03/09/2020
- Pesce, S. F., & Wunderlin, D.A. (2000). Use of water quality índices to verify the impact of Córdoba City (Argentina) on Suquia River. *Water Research*, 34(11), 2915-2926.

- Plieninger, T., Thapa, P., Bhaskar, D., Nagendra, H., Torralba, M., & Zoderer, B. M. (2022). Disentangling ecosystem services perceptions from blue infrastructure around a rapidly expanding megacity. *Landscape and Urban Planning*, 222, 104399.
- PNUD (2016). Estrategia de urbanización sostenible. Apoyo del PNUD a las ciudades sostenibles, inclusivas y resilientes en los países en desarrollo
- PODUMA Plan de Ordenamiento y Desarrollo Urbano de Malvinas Argentinas (2004). En <https://www.mininterior.gov.ar/planificacion/pdf/planes-loc/BUENOSAIRE/Plan-Ordenamiento-Desarrollo-Urbano-del-municipio-Malvinas-Argentinas-2005-2015.pdf>  
Recuperado el 01/08/2020
- Pradhanang, S. M., & Jahan, K. (2021). Urban Water Security for Sustainable Cities in the Context of Climate Change. *Water, Climate Change, and Sustainability*, 213-224.
- Puchol-Salort, P., O'Keeffe, J., van Reeuwijk, M., & Mijic, A. (2021). An urban planning sustainability framework: Systems approach to blue green urban design. *Sustainable Cities and Society*, 66, 102677.
- Puentes, E., Hidalgo-Guerrero, A., Betancourt, C., & Ortiz-Bernal, Y. (2021). Indicadores de sostenibilidad social y su relación con el concepto de capital social. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 23(1), 97-104.
- Ramat, S. (2017). Base metodológica para la caracterización del combustible forestal y la composición florística de parches naturales en áreas de interfase rural-urbano, en el contexto del paisaje pampeano. Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Reese, E. (2011). Sustainability and Urban Form: The Metropolitan Region of Buenos Aires. In *Megacities* (pp. 373-394). Springer, Tokyo.
- Resolución 42/06. 2006. [Autoridad del Agua]. Propuesta de criterios de calidad de agua para la franja de jurisdicción exclusiva argentina del Río de la Plata y su frente marítimo. 27 de enero de 2006. Autoridad del Agua.
- Resolución 46/2017. [Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo]. Límites admisibles de vertidos de efluentes. 28 de marzo de 2017.
- Richardson, D. C., Holgerson, M. A., Farragher, M. J., Hoffman, K. K., King, K. B., Alfonso, M. B., ... & Sweetman, J. N. (2022). A functional definition to distinguish ponds from lakes and wetlands. *Scientific reports*, 12(1), 10472.
- Rigacci, L. N. (2018). ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE DEPURACIÓN DE LA REPRESA ING. ROGGERO, BUENOS AIRES (ARGENTINA). (Doctoral dissertation, Universidad Nacional del Comahue).

- Rigacci, L. N., Giorgi, A. D., Vilches, C. S., Ossana, N. A., & Salibián, A. (2013). Effect of a reservoir in the water quality of the Reconquista River, Buenos Aires, Argentina. *Environmental monitoring and assessment*, 185(11), 9161-9168.
- Robledo, L. (2011). La experiencia cambiante del espacio: Representaciones y lecturas sobre El Batallón. En VI Jornadas de Jóvenes Investigadores. Instituto de Investigaciones Gino Germani, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires.
- Rodrigues, A., Calheiros, C. S. C., Teixeira, P., & Galvão, A. (2022). Water Quality Assessment of Urban Ponds and Remediation Proposals. *Hydrology*, 9(7), 114.
- Ronco, Alicia, Peluso, Leticia, Jurado, Mara, Bulus Rossini, Gustavo, & Salibian, Alfredo. (2008). Screening of Sediment Pollution in Tributaries from the Southwestern Coast of the Río de la Plata Estuary. *Latin American journal of sedimentology and basin analysis*, 15(1), 67-75. Recuperado en 25 de mayo de 2022 de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1851-49792008000100005&lng=es&tlng=en](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-49792008000100005&lng=es&tlng=en)
- Rotger, D. D., Dominella, A., & Damonte, R. M. (2022). Nuevas periferias metropolitanas y aplicación de infraestructura azul y verde. El caso de la zona sudeste de la ciudad de La Plata, Argentina= New metropolitan peripheries and application of blue and green infrastructure. The case of the southeastern area of the city of La Plata, Argentina. *Cuadernos de Investigación Urbanística*, (143), 99-114.
- Rotger, D. V. (2021). Cuencas hidrográficas y procesos metropolitanos: el paisaje como nexo entre naturaleza y urbanización en la Región Metropolitana de Buenos Aires. *Enfoques del ecourbanismo para ciudades de América Latina*, 79-94.
- Ruggerio, C. A. (2021). Sustainability and sustainable development: A review of principles and definitions. *Science of the Total Environment*, 786, 147481.
- Sandoval-Solis, S., McKinney, D. C., & Loucks, D. P. (2011). Sustainability index for water resources planning and management. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 137(5), 381–390.
- Santhosh, A. B. (2022). Urban Development Resource Conservation and Water Sustainability. *Novel Perspectives of Geography, Environment and Earth Sciences Vol. 1*, 79-86.
- Santucci, L., Carol, E., & Tanjal, C. (2018). Industrial waste as a source of surface and groundwater pollution for more than half a century in a sector of the Río de la Plata coastal plain (Argentina). *Chemosphere*, 206, 727-735.

- Schueler, T., & Simpson, J. (2001). Why urban lakes are different. *Watershed Protection Techniques. A Periodic Bulletin on Urban Watershed Restoration and Protection Tools*, 3 (4).
- Secretaría de Planeamiento, Obras y Servicios Públicos (2017). Plan Preliminar de Manejo de la Reserva Ecológica de Vicente López
- Shao, W., Chen, Z., & Shao, Y. (2023). Integrating Water Quality Parameters, Benthic Fauna and Acute Toxicity Test for Risk Assessment on an Urban-Rural River. *Sustainability*, 15(8), 6423.
- Shuster, W. D., Bonta, J., Thurston, H., Warnemuende, E., & Smith, D. R. (2005). Impacts of impervious surface on watershed hydrology: A review. *Urban Water Journal*, 2(4), 263-275.
- Singh, R. K., Murty, H. R., Gupta, S. K., & Dikshit, A. K. (2012). An overview of sustainability assessment methodologies. *Ecological indicators*, 15(1), 281-299.
- Sistema de información de biodiversidad. (s.f.). Parque Municipal Dique Ing. Roggero. Recuperado en 11/05/2021 de [https://sib.gob.ar/area/BUENOS%20AIRES\\*DR\\*Dique%20Ing.%20Roggero](https://sib.gob.ar/area/BUENOS%20AIRES*DR*Dique%20Ing.%20Roggero)
- Sistema de información de biodiversidad. (s.f.). Refugio Educativo Ribera Norte. Recuperado en 11/05/2021 de [https://sib.gob.ar/area/BUENOS%20AIRES\\*RN\\*Ribera%20Norte](https://sib.gob.ar/area/BUENOS%20AIRES*RN*Ribera%20Norte)
- SM Noticias (2013). Malvinas Argentinas trabaja en la laguna del Predio Municipal. Recuperado el 08/09/2021 de <https://www.smnoticias.com/noticias/6609>
- Soto, H., & Schuschny, A. R. (2009). Guía metodológica: diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible.
- Szpakowska, B., Świerk, D., Pajchrowska, M., & Gołdyn, R. (2021). Verifying the usefulness of macrophytes as an indicator of the status of small waterbodies. *Science of the Total Environment*, 798, 149279.
- Tampo, L., Kaboré, I., Alfa-Sika Mande, S.-L., & Moctar Bawa, L. (2023). Water Quality and Aquatic Ecosystem Assessment Using Water Quality Indices in West Africa: Challenge and Perspectives. *IntechOpen*. doi: 10.5772/intechopen.109137. <https://www.intechopen.com/online-first/85769> Recuperado el 17/10/2023
- Teurlincx, S., Kuiper, J. J., Hoevenaar, E. C., Lurling, M., Brederveld, R. J., Veraart, A. J., ... & Senerpont Domis, L. N. (2019). Towards restoring urban waters: understanding the main pressures. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 36, 49-58.

- Thornhill, I., Batty, L., Death, R. G., Friberg, N. R., & Ledger, M. E. (2017). Local and landscape scale determinants of macroinvertebrate assemblages and their conservation value in ponds across an urban land-use gradient. *Biodiversity and conservation*, 26(5), 1065-1086.
- Tucci, C. E. (2008). Águas urbanas-Urban waters. *Estudos Avançados*, 97-112.
- Uddin, M. G., Nash, S., & Olbert, A. I. (2021). A review of water quality index models and their use for assessing surface water quality. *Ecological Indicators*, 122, 107218.
- Unidos por el Río (2020). <http://unidosporelrio-vl.blogspot.com/> Recuperado el 4/10/2021
- Valderrama, J. C. (1981). The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters. *Marine chemistry*, 10(2), 109-122.
- Vaschetto, P., Regaldo, L., Polla, W., Andrade, V., Gervasio, S., & Gagneten, A. M. (2021). Plankton community responses to anthropogenic pollution in an Argentinian urban reserve. *Water, Air, & Soil Pollution*, 232(10), 1-17.
- Veerkamp, C. J., Schipper, A. M., Hedlund, K., Lazarova, T., Nordin, A., & Hanson, H. I. (2021). A review of studies assessing ecosystem services provided by urban green and blue infrastructure. *Ecosystem Services*, 52, 101367.
- Verma, P., & Raghubanshi, A. S. (2018). Urban sustainability indicators: Challenges and opportunities. *Ecological indicators*, 93, 282-291.
- Völker, S., & Kistemann, T. (2011). The impact of blue space on human health and well-being—Salutogenetic health effects of inland surface waters: A review. *International journal of hygiene and environmental health*, 214(6), 449-460.
- Waajen, G. W. (2017). Eco-engineering for clarity: clearing blue-green ponds and lakes in an urbanized area (Doctoral dissertation, Wageningen University and Research).
- Waara, S., & Johansson, F. (2022). Ecological risk assessment of trace elements accumulated in stormwater ponds within industrial areas. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(18), 27026-27041.
- Watterworth, L. A., & Schraft, H. (2005). Enumeration of heterotrophs, fecal coliforms, and *Escherichia coli* in water: comparison of 3M Petrifilm plates with standard plating procedures. *Journal of Microbiological Methods*, 60, 335-342.
- Wertheimer, M. (2017). Las costas metropolitanas del Río de la Plata: de balnearios abiertos a paisaje postal. I Jornadas de Investigación "Ríos urbanos. Nuevas perspectivas para el estudio, diseño y gestión de los territorios fluviales"(La Plata/Gral San Martín, 2017).

- White, M. P., Elliott, L. R., Grellier, J., Economou, T., Bell, S., Bratman, G. N., ... & Fleming, L. E. (2021). Associations between green/blue spaces and mental health across 18 countries. *Scientific reports*, 11(1), 8903.
- Wu, Z., Zhang, D., Cai, Y., Wang, X., Zhang, L., & Chen, Y. (2017). Water quality assessment based on the water quality index method in Lake Poyang: the largest freshwater lake in China. *Scientific reports*, 7(1), 1-10.
- Xie, Y., Liu, C., Chang, S., & Jiang, B. (2022). Urban Sustainability: Integrating Socioeconomic and Environmental Data for Multi-Objective Assessment. *Sustainability*, 14(15), 9142.
- Zeng, X., Yu, Y., Yang, S., Lv, Y., & Sarker, M. N. I. (2022). Urban resilience for urban sustainability: Concepts, dimensions, and perspectives. *Sustainability*, 14(5), 2481.
- Zhou, W., Yu, W., Qian, Y., Han, L., Pickett, S. T., Wang, J., ... & Ouyang, Z. (2022). Beyond city expansion: multi-scale environmental impacts of urban megaregion formation in China. *National Science Review*, 9(1), nwab107.
- Zona Norte Diario (2014). Trabajos en la laguna del predio municipal de Malvinas Argentinas. <https://www.zonanortediario.com.ar/04/06/2014/trabajos-en-la-laguna-del-predio-municipal-de-malvinas-argentinas/> Recuperado el 08/09/2021
- Zona norte diario (2020). La justicia frenó las obras en la Reserva Ecológica Vicente López. <https://www.zonanortediario.com.ar/19/05/2020/la-justicia-freno-las-obras-en-la-reserva-ecologica-de-vicente-lopez/> Recuperado el 03/09/2020