

HERRAMIENTA PARA EL DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD RIBEREÑA. SISTEMA DE VENTANIA, ARGENTINA.

TOOL FOR DIAGNOSING RIPARIAN QUALITY. SISTEMA DE VENTANIA, ARGENTINA.

Dra. Antonela Volonté¹ Dra. Verónica Gil¹

RESUMEN

Las zonas ribereñas son áreas de extraordinaria riqueza ambiental. Han sido ocupadas y transformadas por los seres humanos, condicionando su fisonomía y su estado de conservación. La aplicación de índices de calidad de las márgenes de los ríos permite detectar, monitorear y gestionar los riesgos asociados a su modificación. El objetivo de este trabajo es aplicar el Índice de Calidad de las Riberas Pampeanas (ICRP) en la cuenca del Oro (Sistema Ventania, Argentina). El ICRP evalúa la calidad de las riberas, el uso del suelo y las características del área adyacente. Se analizaron 5 tramos en 3 arroyos de la cuenca en febrero de 2022 y 2024. Los resultados permiten caracterizar la calidad de las márgenes como "buena", observando un deterioro entre los 2 años analizados debido a la acción antrópica, manifestada por la presencia de especies de plantas exóticas e invasoras y por la existencia de estructuras transversales al canal.

Palabras clave: Índice de Calidad de Riberas Pampeanas, vegetación ribereña, cuenca serrana, acción antrópica.

ABSTRACT

Riparian zones are areas of extraordinary environmental wealth. They have been occupied and transformed by humans, affecting their appearance and conservation status. The application of riverbank quality indices allows for the detection, monitoring, and management of risks associated with modifications to these areas. The aim of this paper is to apply the Index of Quality of the Pampas Riverbanks (ICRP) in the Oro basin (Sistema de Ventania, Argentina). The ICRP assesses the quality of riverbanks, land use, and the characteristics of the adjacent area. Five segments of three streams in the basin were analyzed in February 2022 and 2024. The results allow for the characterization of the bank quality as "good," noting a deterioration over the two years analyzed due to anthropogenic actions, indicated by the presence of exotic and invasive plant species and the existence of structures crossing the channel.

Keywords: Index of Quality of Pampas Riverbanks, Riparian vegetation, mountainous basin, anthropogenic action.

¹ Universidad Nacional del Sur, Departamento de Geografía y Turismo. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Bahía Blanca, Argentina.

INTRODUCCIÓN

Las zonas ribereñas, reconocidas como áreas de transición, entre los ecosistemas terrestres y acuáticos, abarcan un gradiente de factores ambientales, procesos hidrológicos, geomorfológicos, ecológicos y sucesiones de comunidades (Giorgi y Vilches, 2021; Bruno y Velasco, 2024). Sus límites se extienden horizontalmente hacia la llanura de inundación, donde la vegetación puede estar influenciada por el ascenso de las napas freáticas y/o inundaciones y también por la capacidad del suelo de retener agua (de Cabo, Malignani y Basílico, 2020). Entre las funciones más importantes de estos espacios se destaca la de filtrado de sólidos, la retención de nutrientes y contaminantes, la regulación de la temperatura y entrada de luz, el mantenimiento de la biodiversidad, la liberación de oxígeno y captación de dióxido de carbono a través del proceso de fotosíntesis, así como también los beneficios culturales e históricos al ser espacios elegidos para la ocupación humana (Giorgi y Vilches, 2021).

Las consecuencias de la antropización continúan latentes en muchos sistemas fluviales debido a que las perturbaciones que causan al medio natural son numerosas. Las zonas de ribera reciben impactos directos e indirectos. Ante esta situación se vuelve necesario implementar estrategias que permitan el establecimiento de usos y actividades en las riberas que no comprometan las dinámicas fluviales, no representen riesgos para los ecosistemas y no obstaculicen los episodios de inundaciones. Además, se destaca la importancia de promover la sensibilización sobre la importancia de estos espacios en la biosfera, fomentando una relación más respetuosa con los sistemas fluviales (Ramírez Gallego, 2013).

Los ecosistemas acuáticos continentales, entre los cuales se encuentran los fluviales, constituyen elementos de gran valor natural, social y cultural. En muchas ocasiones el bienestar humano depende en forma directa de ellos y su deterioro se proyecta rápidamente en la sociedad. En general la respuesta de esta, es concentrarse y actuar en aquellas especies o localidades que se encuentran afectadas, pero no se trabaja sobre las dimensiones espaciales y ecosistémicas responsables del buen funcionamiento del sistema fluvial (Pascual et al., 2021).

Uno de los efectos de la antropización es la fragmentación de los hábitats, la contaminación ambiental y la sobreexplotación ocasionando alteraciones sobre los ecosistemas en periodos cortos, lo que frecuentemente impide que las especies se adapten a su nueva realidad. Esta problemática ha generado una búsqueda intensa de métodos precisos, económicos, fáciles de implementar y que permitan la detección temprana y es en este contexto que adquiere relevancia el uso de bioindicadores (Gamboa et al., 2008; Terneus - Jácome y Yáñez, 2018; Rocha, 2018; Domínguez et al., 2020). Estos proporcionan información cualitativa de la salud del ambiente a través de su presencia/ausencia o mediante cambios en su abundancia. Sin embargo, plantean el desafío de encontrar una combinación de especies y análisis que proporcionen señales interpretables que puedan ser usadas para darle seguimiento a las condiciones ambientales a un costo razonable y que a la vez abarquen toda la gama de variaciones ecológicas existentes en el área de estudio (Zuarth et al., 2014).

Un índice de calidad de ribera está compuesto por un conjunto de parámetros que cuantifican diversos atributos de las riberas y su valoración se lleva a cabo en relación a condiciones de referencia determinadas, muchos de ellos utilizando bioindicadores entre sus componentes. Dadas las características propias de las áreas ribereñas se necesita que la implementación de índices se realice a lo largo del tiempo para detectar cambios y continuidades (de Cabo, Malignani y Basílico, 2020). De acuerdo al objetivo para el cual fueron creados pueden incluir el análisis de comunidades de peces, macroinvertebrados, mariposas y aves como, por ejemplo: Butterfly Riparian Quality (BRQ) y Australian River Assessment System (AusRivAS); aspectos hidrogeomorfológicos como el Índice Hidrogeomorfológico (IHG) y aspectos hidrológicos del cauce como el Qualitat del Bosc de Ribera Index (QBR). Otros tienen en cuenta el grado de perturbación antrópica y consideran la pérdida de funciones y servicios ecosistémicos (Nelson y Andersen, 1994; Munné et al., 2003; Parsons et al., 2004; Ollero Ojeda et al., 2007; Gómez & Cochero, 2013). En Argentina, el Índice de Calidad de Riberas Pampeanas (ICRP) evalúa la calidad de las riberas en los cursos de la llanura pampeana. Su utilización no se limita al diagnóstico ambiental, sino que además es relevante para evaluar

estrategias de restauración de áreas deterioradas (Basilico, 2014; Basilico et al., 2015).

Los índices evalúan la calidad a partir de la complejidad y grado de cobertura vegetal y también en algunos casos evalúan la posibilidad de su restauración ambiental. De acuerdo a Ollero Ojeda et al., (2021) restaurar un curso fluvial consiste en restablecer los procesos de un sistema natural, devolviéndole la estructura, función, territorio y dinámica. Por otra parte, la restauración es una herramienta de gestión útil en el ordenamiento territorial, en la planificación y en la mitigación de riesgos de inundación. La restauración fluvial aporta resiliencia tanto al río como a la sociedad (Ollero Ojeda et al., 2021). El objetivo de este trabajo es aplicar el Índice de Calidad de Riberas Pampeanas (ICRP) en diferentes puntos de la cuenca del arroyo Del Oro (Buenos Aires, Argentina) para evaluar la calidad ambiental de las áreas ribereñas.

ÁREA DE ESTUDIO

La cuenca del arroyo del Oro, con una extensión de 62 km², está ubicada en el centro-este del cordón del Sistema de Ventania (Figura 1). Este sistema se eleva sobre la llanura pampeana con un relieve notablemente pronunciado y se extiende en dirección noroeste-sureste a lo largo de 180 km. Dentro de la cuenca, las altitudes oscilan desde los 1000 m s.n.m en las nacientes hasta los 300 m s.n.m en la desembocadura del arroyo del Oro en el río Sauce Grande. Los principales afluentes son los arroyos El Belisario y Las Piedras, que rodean el área urbana y aportan sus aguas a la margen derecha del arroyo del Oro.

La región presenta un clima templado de transición con estaciones claramente diferenciadas en cuanto a temperatura y precipitaciones. La temperatura media anual varía entre 14°C y 20°C, mientras que las precipitaciones muestran una notable variabilidad tanto espacial como temporal (Gentili y Gil, 2013), así como una influencia altitudinal considerable debido a la presencia del sistema serrano (Casado y Campo, 2019; Ferrelli, 2020; Berón de la Puente y Gil, 2023). Esta variabilidad en las precipitaciones tiene efectos adversos sobre las áreas de cultivo, la ganadería, la sociedad y el paisaje fluvial.

La dinámica hidrográfica está influenciada directamente por las características

geomorfológicas y la variabilidad climática tanto anual como interanual. Las precipitaciones que se producen en la zona alta de las sierras producen un exceso de agua que, al ser dirigida por numerosos torrentes, desciende hacia el lecho de los arroyos, provocando un notable incremento en el caudal. El régimen fluvial presenta irregularidades, ya que depende directamente de las precipitaciones en la zona, su estacionalidad y la cantidad de agua disponible para el escurrimiento superficial (Casado, 2006).

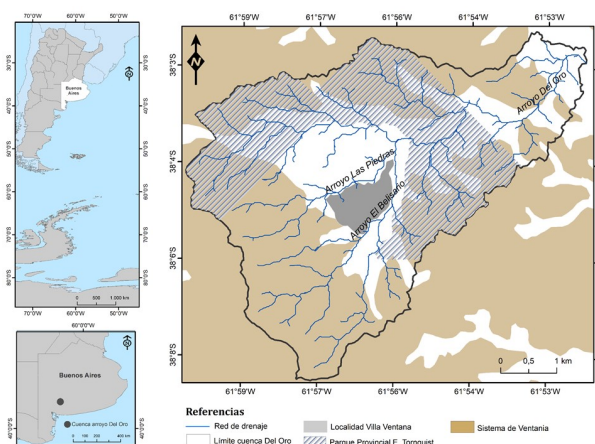


Figura 1. Localización de la cuenca Del Oro. Fuente: elaboración propia

Desde un punto de vista geomorfológico, el área presenta un ambiente de modelado fluvial (Volonté y Gil, 2023). Se observan valles en forma de V, profundamente excavados en los flancos de las sierras, formando redes de cauces torrentosos que actúan como cuencas receptoras para los cursos de agua que drenan la región Al alcanzar el piedemonte, de pendiente más suave, estos pierden capacidad y competencia aplanando y ensanchando el valle por deposición de su carga. En algunos sectores del piedemonte o de la llanura interserrana, la inclinación de la pendiente es tan baja, que la red de drenaje adquiere características divagantes e incluso anastomosadas en la cuenca baja (Casado, 2006; Casado et al., 2007).

Dentro de los límites de la cuenca se encuentra el Parque Provincial Ernesto Tornquist (PPET) y la localidad de Villa Ventania, la cual se encuentra emplazada entre los arroyos El Belisario y Las Piedras (Figura 1). Ambos lugares se destacan por su afluencia turística y por constituir enclaves en expansión y de gran importancia para el desarrollo

del turismo en el sur de la provincia de Buenos Aires. De acuerdo a los datos disponibles del Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina (INDEC, 2010) la población permanente es de 609 habitantes, superando los 5000 visitantes en la época estival (Visciarelli y Grippo, 2020).

MATERIALES Y MÉTODOS

El Índice de Calidad de Riberas Pampeanas (ICRP) fue desarrollado por Basílico (2014) y se basa en el Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBRp) propuesto por Kutschker et al. (2009). El ICRP asigna un valor numérico entre 0 y 100 puntos a cada tramo ribereño de un río o arroyo. Estos valores reflejan diferentes niveles de calidad, desde "calidad pésima" (ICRP = 0) hasta un "estado natural" (ICRP = 100). Las principales diferencias con el índice QBRp radican en la adaptación de los valores para reflejar las características de la vegetación de la ecorregión pampeana y en la inclusión de una evaluación que abarca tanto la calidad de la ribera (parte A) como las características del terreno circundante (parte B). En la parte A, se consideran: a) el grado de cobertura de la ribera, b) la estructura de dicha cobertura, c) la calidad de la cobertura y d) el nivel de naturalidad del canal fluvial. En la Tabla 1 se detallan los criterios que se tienen en cuenta para cada una de estas variables de la parte A del índice.

<p>a) Grado de cubierta de la zona de ribera El mayor puntaje lo obtienen las riberas que tienen 80% o más de cobertura vegetal y una conectividad total entre el ecosistema ribereño y el adyacente. Por fuera de esa situación ideal se restan puntos de acuerdo al porcentaje de cobertura y de conectividad. El puntaje máximo es 25 puntos.</p>
<p>b) Estructura de la cubierta Se considera como ideal que posea hierbas palustres en más del 90% y también se evalúa la presencia - ausencia de arbustos. El puntaje máximo de este apartado es 25 puntos.</p>
<p>c) Calidad de la cubierta La situación ideal se da cuando existen especies vegetales autóctonas y en el caso que haya especies arbóreas, que no sean exóticas. Se puntúa positivamente que la comunidad vegetal forme una franja longitudinal adyacente de manera continua. El puntaje máximo es 25 puntos.</p>

<p>d) Grado de naturalidad del canal fluvial El mayor puntaje se obtiene si el canal no está modificado, disminuyendo el puntaje si hay modificaciones en las terrazas, una reducción del lecho, estructuras transversales que alteren el canal o la canalización de una parte del mismo. El puntaje máximo es 25 puntos.</p>
<p>Puntuación total: suma de a, b, c y d (entre 0 y 100)</p>

Tabla 1. Criterios de la parte A del ICRP. Fuente: elaboración propia en base a Basílico *et al.* (2015).

En la parte B los criterios evaluados son a) el tipo de suelo y la topografía, b) el uso del suelo adyacente a la ribera y c) los aportes laterales de agua que recibe el tramo de estudio (Basílico et al., 2015). Esta parte incluye la determinación in situ de las especies vegetales más abundantes (cobertura estimada >5 %) como también la evaluación del uso del suelo y la pendiente del terreno adyacentes. En la tabla 2 se especifican los criterios a considerar para establecer los puntajes.

<p>a) Tipo de suelo y topografía El puntaje ideal lo obtiene aquellos suelos permeables y de baja pendiente (1-10%). Además, se puntúa positivamente que sean zonas de almacenamiento transitorio de agua. El puntaje máximo de este apartado es 33 puntos.</p>
<p>b) Uso del suelo adyacente a la ribera Se divide en categorías donde el mayor puntaje corresponde a áreas protegidas siguiendo en orden de puntaje lotes baldíos o con ganadería extensiva, cultivo o ganadería intensiva, urbanización y por último al uso industrial. Suma puntaje si el 50% o más del área está destinada a espacios verdes públicos. El puntaje máximo es 33 puntos.</p>
<p>c) Aportes laterales Se considera como situación ideal que no haya aportes de afluentes artificiales y en función de eso resta puntaje si se corrobora la presencia de: canales de drenaje, canales pluviales, canales cloacales, o la descarga directa de afluentes, siendo este último igual a 0 puntos. El puntaje máximo es 34 puntos.</p>
<p>Puntuación total (entre 0 y 100): suma de a, b y c</p>

Tabla 2. Criterios de la parte B del ICRP. Fuente: elaboración propia en base a Basílico et al. (2015)

Cada criterio comprendido en las partes A y B del ICRP es evaluado de manera independiente, como se explicó previamente, y se asigna un valor de acuerdo a lo observado en el campo. Para obtener el valor del ICRP total para cada tramo es necesario obtener los resultados parciales de las partes A y B y luego promediarlos. De esta manera se establecen rangos de calidad que se observan en la Tabla 3.

Puntaje	Calidad
> 90	Estado natural
70-90	Buena
50-70	Intermedia
25-50	Mala
<25	Pésima

Tabla 3. Rangos del Índice de Calidad de Riberas Pampeanas (ICRP). Fuente: elaboración propia en base a Basílico et al. (2015)

Para la aplicación del ICRP se seleccionaron 3 zonas de muestreo con diferente grado de antropización a partir del análisis de imágenes satelitales. El primer punto de muestreo (M1) corresponde a un área con escasa intervención sobre el arroyo Del Oro. Los puntos de muestreo 2 y 3 (M2 y M3) se encuentran sobre el arroyo Las Piedras, con un grado de intervención bajo, específicamente asociado a la actividad ganadera extensiva. Los últimos dos puntos de muestreo (M4 y M5) se localizan en el área del arroyo El Belisario, con un grado de intervención alto producto del avance de la urbanización y la modificación de las condiciones naturales (Figura 2). Cada segmento de muestreo tiene una longitud de 100 m y en ellos se aplicaron ambas partes del ICRP. Este procedimiento se realizó en febrero 2022 y febrero 2024 para poder comparar los resultados obtenidos en la misma estación del año (verano). Se seleccionó el verano porque es el momento del año en que la vegetación alcanza su mayor vigorosidad.

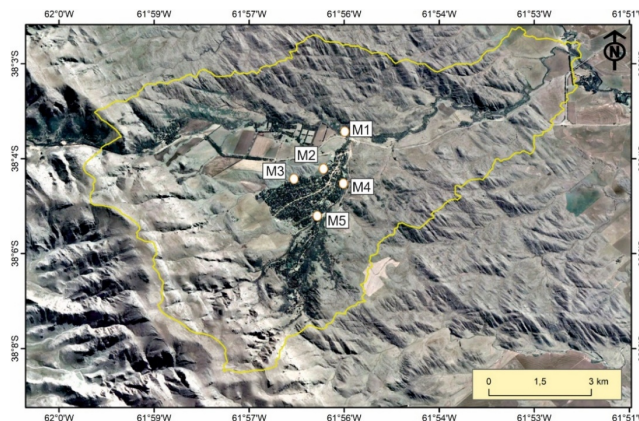


Figura 2. Puntos de muestreo. Fuente: elaboración propia

TRABAJO DE CAMPO

Para cada punto de muestreo se relevó el porcentaje de la zona de ribera que se encuentra cubierta por especies vegetales y el porcentaje de conectividad con el ecosistema adyacente. Se relevó cómo está compuesta la estructura de la vegetación, identificando la superficie ocupada por hierbas palustres, la presencia/ausencia de arbustos y árboles nativos o exóticos y por último qué modificaciones antrópicas ha tenido el canal principal. Las especies vegetales relevadas más representativas se pueden observar en la tabla 4.

Nombre de la especie	Nombre vulgar	Forma de vida
<i>Briza subaristata</i>		Herbácea
<i>Cynodon dactylon</i>		Herbácea
<i>Lemna sp</i>	Lenteja de agua	Palustre
<i>Populus alba</i>	Álamo	Leñosa
<i>Salix sp</i>	Sauce	Leñosa
<i>Senecio bonariensis</i>		Herbácea
<i>Spartium junceum</i>	Retama	Arbustiva
<i>Stipa capillata</i>		Herbácea

Tabla 4. Especies relevadas en los diferentes puntos de muestreo Fuente: elaboración propia

Así mismo para completar la segunda parte de la planilla de relevamiento de información se utilizó la carta de suelo de la región para establecer la

permeabilidad de acuerdo al material, se consultó el mapa de pendiente de la cuenca elaborada previamente (Volonté y Gil, 2023) y se determinó el uso de suelo predominante como así también los aportes que recibe el canal principal (canales pluviales, afluentes intermitentes, canales cloacales, etc.).

RESULTADOS

1. Evaluación de la calidad de las riberas

Para ambos periodos (2022 y 2024) la calidad de las riberas varió en los distintos puntos de muestreo abarcando puntajes que se ubican entre buena, intermedia y mala (Figura 3). Esta distinción se da debido a la presencia de especies exóticas, la ausencia o una cobertura inferior al 10% de hierbas palustres y cambios en la naturalidad del canal fluvial, entre otros aspectos.

El primer punto (M1) se localiza sobre el arroyo Del Oro, en una zona que se encuentra dentro de los límites del Parque Provincial E. Tornquist, lo que hace que la intervención antrópica sea escasa. En ambos periodos analizados, la calidad de las riberas tiene un puntaje total de 65 puntos, lo cual representa una calidad intermedia fundamentalmente porque no hay una cobertura total del área ribereña y porque no se encuentran especies nativas, predominando una especie arbustiva invasora del área, la retama (*Spartium junceum*) y árboles exóticos como el álamo (*Populus alba*). Un aspecto relevante de este punto es que el canal principal no se encuentra modificado lo cual resulta positivo en la suma de las características del tramo.

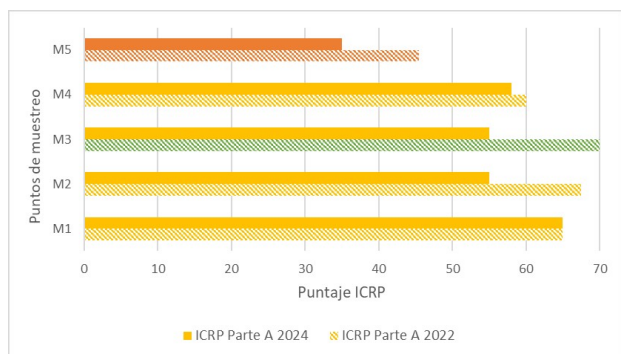


Figura 3. Resultados del ICRP (Parte A) para el periodo 2022 y 2024. Fuente: elaboración propia.

En el caso de M2 y M3, ambos puntos se localizan sobre el arroyo Las Piedras, en el interior de la localidad de Villa Ventana. Para el 2022 la calidad de las riberas da como resultado un valor intermedio con puntajes similares: 67,5 puntos en M2 y 70 en M3. Estos puntajes se basan fundamentalmente en la abundancia de especies exóticas relevadas: *Spartium junceum*, *Populus alba*, *Salix sp.* y que la cobertura de hierbas palustres no supera el 50% del tramo. Para el 2024 M2 disminuye la calidad en 12,5 puntos y M3 disminuye 15 puntos. Estas diferencias se dan debido a cambios en la estructura de la vegetación y en la cobertura. En relación con la estructura hay un predominio de especies arbóreas jóvenes de *Populus alba* que se encuentran fuera y dentro del canal. En la figura 4 se observa el mismo sitio del arroyo Las Piedras, en dos ángulos diferentes para cada periodo analizado: a) 2024 y b) 2022.



Figura 4. Invasión de *Populus alba* en el arroyo Las Piedras. Fuente: fotografías de las autoras.

Las interfaces entre los ecosistemas acuáticos y terrestres configuran el hábitat propicio a muchas especies exóticas, dependiendo de las fluctuaciones y la regularidad de los extremos húmedos y secos del régimen hidrológico (Gurnell et al., 2016; Gurnell, 2014). Ante esta situación es importante destacar que el espacio ribereño se organiza de acuerdo a procesos de sucesión vegetal pero también a la interacción y al impacto que tienen los pulsos hidrológicos estocásticos que introducen perturbaciones (Datri, Faggi y Gallo, 2016). Estas dinámicas favorecen las invasiones biológicas y la distribución de especies a través del corredor fluvial.

Existe una interrelación a partir de la cual el régimen hidrológico y las características ecofisiológicas de las plantas nativas liberan espacios y en consecuencia nichos ecológicos para especies oportunistas como en este caso, los álamos. En los puntos de muestreo, la dispersión de álamos se asocia más a eventos de sequía que a inundaciones prolongadas. Al disminuir el caudal, se liberan superficies que son rápidamente colonizadas ocupando el mismo lecho del arroyo. En la figura 5 se observan las precipitaciones mensuales para el periodo 2021 – 2024 en la estación meteorológica que se encuentra en el área de estudio. Los valores presentan variaciones estacionales importantes, siendo otoño – invierno los periodos con menor milimetraje. Respecto a los valores anuales hay un descenso marcado, desde el 2021 con 910,28 mm, el 2022 con 820,3 mm y en 2023 687,91 mm. Esto explica en parte, que en el año 2024 se observe un aumento en la población de *Populus alba*, luego de dos años con precipitaciones en descenso.

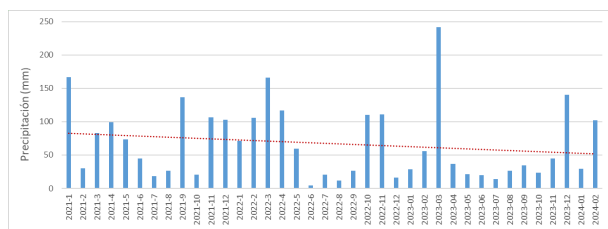


Figura 5. Precipitaciones mensuales 2021 – 2024 para el área de la cuenca. Fuente: elaboración propia.

Los sitios de muestreo M4 y M5 se encuentran sobre el arroyo El Belisario, en el límite izquierdo de la localidad de Villa Ventana. En este caso, la vegetación aparece estratificada, encontrándose un estrato de herbáceas, uno intermedio de arbustos y el estrato superior integrado por árboles. Al tener agua de manera permanente, a diferencia del arroyo Las Piedras, se encuentran asociaciones de especies hidrófilas como *Senecio bonariensis*. En estos sitios las comunidades exóticas forman una franja longitudinal adyacente al canal superando el 75 % del tramo y hay más del 50% del tramo cubierto con árboles exóticos, principalmente *Populus alba* (Figura 6), estas características hacen que la calidad sea intermedia. Para el año 2024, las características de M4 se mantuvieron, aumentando la cantidad de especies exóticas. La calidad de la cubierta es muy baja debido a la

ausencia de especies autóctonas producto de la antropización del tramo. El grado de naturalidad del canal fluvial se ve afectado por modificaciones en las terrazas lo cual conlleva una reducción del canal y el puntaje tiene una leve disminución respecto al 2021 aunque en ambos casos la calidad se sostiene en intermedia.



Figura 6. Franja adyacente al arroyo El Belisario cubierta de especies exóticas. Fuente: elaboración propia

El último sitio de muestreo (M5) se localiza en una zona que se encuentra atravesada por un dique que cumple la función de retener agua para un balneario municipal. Esta zona ha sido intervenida por tareas de limpieza del cauce, eliminando la vegetación ribereña y profundizando el canal en algunos sectores, entre otras obras. Esto ha provocado que la calidad en el 2022 de como resultado mala, no solo porque el canal ha sido modificado y aparece una estructura transversal (dique) sino que también la cubierta de la zona de ribera ha sido eliminada y solo se encuentran algunas especies arbóreas exóticas. En el año 2024 la calidad continúa siendo mala, pero con un puntaje menor ya que más del 50% del tramo está cubierto por árboles exóticos. Es para destacar, que en este periodo hay una cobertura mayor de hierbas palustres y se debe en parte a que las precipitaciones vienen siendo escasas y por ello el caudal mínimo o nulo (Figura 7 a y b corresponden al 2022; c y d al 2024).



Figura 7. M5 en 2022 (7a y 7b) y 2024 (7c y 7d) donde se observa el dique y la disminución del caudal del arroyo El Belisario. Fuente: fotografías de las autoras

2. Terreno adyacente a la ribera

En los sitios donde se llevaron a cabo los muestreos, el tipo de suelo representativo es el Molisol. El loess es el material original predominante y los regímenes de humedad y de temperatura son factores que favorecieron su formación. Estos suelos se han desarrollado generalmente bajo vegetación de pradera y en climas que presentan una moderada a pronunciada deficiencia de humedad estacional (Zárate, 2003). Estas condiciones favorecen el desarrollo de las actividades agrícola – ganaderas, destacándose en M2 y M3 la cría y engorde de ganado vacuno.

Para el año 2022 y 2024 las condiciones adyacentes se mantuvieron sin modificaciones. En los 5 puntos de muestreo la calidad dio como resultado buena. Respecto al primer criterio a considerar, coincide que debido al tipo de suelo y topografía el puntaje es el máximo. En el segundo criterio, el uso de suelo adyacente a la ribera, se distinguen M2 y M3 por presentar una actividad ganadera extensiva lo cual disminuye el valor respecto al puntaje ideal. En todos los casos se observa que en los distintos tramos hay menos del 50% de superficie destinada a espacios públicos, incluso en M2 y M3 directamente no se observan espacios públicos.

Que las condiciones adyacentes se hayan mantenido con una buena calidad es importante porque indica que los usos y transformaciones antrópicas sobre el área no han sido lo

suficientemente severas como para afectar los procesos básicos. Sin embargo, son indicadores que hay que monitorear porque pueden presentar cambios en una escala temporal corta.

A modo de síntesis e integración de ambas partes del ICRP, en la figura 8 se puede observar el promedio obtenido para los dos periodos analizados. En el año 2022, en los 5 puntos de muestreo el resultado fue una calidad de riberas buena, teniendo el sitio M1 un valor cercano al estado natural. Para el periodo 2024, todos los valores disminuyeron, si bien de M1 a M4 esa disminución no afecta el intervalo de calidad, en el caso de M5 paso de calidad buena a intermedia. Esto se da principalmente debido a los cambios en la cobertura, la invasión de especies exóticas y el uso de suelo recreativo que disminuye la calidad del área.

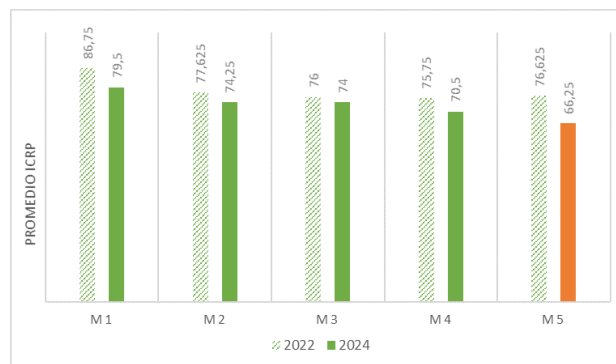


Figura 8. Promedio del ICRP para el periodo 2022 y 2024. Fuente: elaboración propia

El ICRP ha sido aplicado en cuencas con un nivel de antropización muy alto como el caso de los arroyos La Choza y El Durazno (Región Metropolitana de Buenos Aires), los cuales se encuentran severamente contaminados producto del vertido de efluentes lo que hace que los valores promedio del ICRP sean bajos. El deterioro de las riberas de estos cursos de agua está caracterizado por invasiones biológicas, por la existencia de estructuras transversales al cauce y por el uso industrial o ganadero de los terrenos adyacentes (Basílico, 2014; Basílico et al., 2015). Esta comparación con otras cuencas que presentan un nivel de modificación antrópica mayor respecto a la cuenca Del Oro demuestra que independientemente del grado de antropización, el ICRP da resultados coherentes con la realidad observada y es un buen indicador para el monitoreo del estado ecológico de los arroyos serranos.

CONCLUSIONES

Las áreas ribereñas son zonas de transición entre los ecosistemas acuáticos y terrestres, de gran relevancia estructural y funcional para ambos tipos de ecosistemas. Debido a su importancia existen diferentes indicadores que resumen datos relacionados con variables ambientales complejas y que se utilizan para simplificar, cuantificar y comunicar el estado, los cambios y las tendencias en estas zonas ribereñas. El ICRP no solo cumple con ese objetivo, sino que también es útil para la gestión y el monitoreo presente y futuro. La utilidad potencial de estas herramientas no se limita al diagnóstico ambiental dado que pueden resultar relevantes en la evaluación de estrategias de remediación y restauración ecológica de tramos deteriorados por distintas actividades humanas.

En el área de estudio las riberas fluviales presentan asociaciones vegetales diferenciadas de la vegetación adyacente con diverso grado de complejidad, dinamismo y biodiversidad. La intermitencia del caudal condiciona la composición y diversidad de especies ribereñas, sus rasgos funcionales y los servicios eco sistémicos que proveen. Los principales factores que redujeron el valor del ICRP fueron la escasez de hierbas palustres, la presencia de especies vegetales exóticas e invasoras y la existencia de estructuras transversales al cauce. A partir de los resultados obtenidos es necesario continuar implementado el ICRP para monitorear y asegurar las condiciones de buena calidad y aplicarlo en otros puntos de los arroyos de la cuenca para obtener más resultados y poder compararlos.

BIBLIOGRAFÍA

Basilico, G. (2014). *Evaluación del impacto de ingresos puntuales de contaminantes en arroyos de llanura y pautas para su remediación*. Tesis doctoral. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.

Basilico, G.; De Cabo, L.; Faggi, A. (2015). Adaptación de índices de calidad de agua y de riberas para la evaluación ambiental en dos arroyos de la llanura pampeana. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, v.17, n. 2, p. 119-134.

Berón de la Puente, F. y Gil, V. (2023). Precipitaciones erosivas en el Sistema de Ventania

(Buenos Aires, Argentina). *Párrafos Geográficos*, v.22.

Bruno, D. y Velasco, J. (2024). Las riberas fluviales en ríos intermitentes, las grandes olvidadas en la gestión fluvial. *Ecosistemas*, v. 33, n. 1.

Casado, A. (2006). *Modelo digital para la prevención de incendios forestales en el área de Villa Ventana*. Trabajo fin de grado. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.

Casado, A.; Gil, V.; Campo, A. (2007). Consecuencias de la variación de la disponibilidad hídrica en la cuenca del arroyo El Belisario, Buenos Aires, Argentina. *Revista Huellas*, v.11.

Casado, A., & Campo, A. M. (2019). Extremos hidroclimáticos y recursos hídricos: estado de conocimiento en el suroeste bonaerense, Argentina. *Cuadernos Geográficos*, v. 58, n.1, p. 6-26.

Datri, L. A; Faggi, A. M; Gallo, L. A. (2016). Entre el orden y el caos: invasiones con dinámicas no lineales de sauces y álamos en el norte de la Patagonia. *Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes*, v.6, n.1, p.12-22.

De Cabo, L.; Malignani, E.; Basilico, G. (2020). Los indicadores de calidad de las áreas ribereñas. En: Domínguez, E.; Giorgi, A.; Gómez, N. (Eds). *La bioindicación en el monitoreo y evaluación de los sistemas fluviales de la Argentina: bases para el análisis de la integridad ecológica*, p. 42 - 56 (Eudeba).

Domínguez, E., Giorgi, A., & Gómez, N. (2020). La bioindicación en el monitoreo y evaluación de los sistemas fluviales de la Argentina (Eudeba).

Ferrelli, F. (2020). Evaluación de la tendencia y la periodicidad de eventos térmicos y pluviométricos en el Sudoeste Bonaerense (Argentina). *Revista Huellas*, v.24, n.2, p. 11-25.

Gurnell, A. (2014). Plants as river system engineers. *Earth Surface Processes and Landforms*, 39(1), 4-25.

Gamboa, M., Reyes, R., & Arrivillaga, J. (2008). Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental. *Boletín de Malariología y salud ambiental*, v.48, n. 2, p. 109-120.

- Gentili, J., & Gil, V. (2013). Variabilidad temporal de las precipitaciones en vertientes opuestas del Sistema de Ventania, Buenos Aires, Argentina. *Revista Universitaria de Geografía*, v.22, n.2, p.147-166.
- Giorgi, A.; Vilches, C. (2021). Rol de las riberas en los ecosistemas fluviales. En: Conservación, manejo y restauración de sistemas fluviales. Editorial: Libros del Inedes.
- Gómez, N.; Cochero, J. (2013). Un índice para evaluar la calidad del hábitat en la Franja Costera Sur del Río de la Plata y su vinculación con otros indicadores ambientales. *Ecol. Austral*, v. 23, n.1, p. 18-26.
- Gurnell, A. M., Corenblit, D., García de Jalón, D., González del Tánago, M., Grabowski, R. C., O'hare, M. T., & Szewczyk, M. (2016). A conceptual model of vegetation–hydrogeomorphology interactions within river corridors. *River research and applications*, 32(2), 142-163.
- Kutschker, A., Brand, C., & Miserendino, M. L. (2009). Evaluación de la calidad de los bosques de ribera en ríos del NO del Chubut sometidos a distintos usos de la tierra. *Ecología Austral*, v.19, n.1, p. 19–34.
- Munné, A., Prat, N., Solá, C., Bonada N., & M. Rieradevall. (2003). A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. *Aquat Conserv Mar Freshw Ecosyst*, v.13, p. 147–163.
- Nelson, S.M. & Andersen, D.C. (1994). An Assessment of Riparian Environmental Quality by Using Butterflies and Disturbance Susceptibility Scores. *Southwest Nat*, v. 1, p. 39 - 137.
- Ollero Ojeda, A.; Conesa García.; Vidal – Abarca Gutiérrez, M.R. (2021). Buenas prácticas en gestión y restauración de cursos efímeros mediterráneos: resiliencia y adaptación al cambio climático. Ediciones de la Universidad de Murcia.
- Ollero Ojeda, A.; Ibisate González de Matauco, A.; Elso Huarte, J. (2007). Un índice hidrogeomorfológico (IHG) para la evaluación del estado ecológico de sistemas fluviales. *Geographicalia*, v. 52, p. 113-141.
- Parsons, M., Thoms, M.C. & Norris, R.H. (2004) Development of a standardised approach to river habitat assessment in Australia. *Environ Monit Assess*, v.98, p. 109–130, 2004.
- Pascual, M., Barral, M. P., Poca, M., Pessacg, N., García Silva, L., Albariño, R., Romero, M. E., & Jobbágy, E. G. (2021). Ecosistemas acuáticos continentales y sus servicios: Enfoques y escenarios de aplicación en el mundo real. *Ecología Austral*, v.32, n.1, p. 195–212.
- Ramírez Gallego, A. (2023). Armonizando las aguas. Estrategias ecológicas para la gestión y la mitigación de la inundabilidad. Proyecto Final de Máster Oficial. UPC, Escola Tècnica Superior d'Arquitectura del Vallès.
- Rocha, L. (2018). Desarrollo de índices de estado ecológico para paisajes fluviales integrando información geosférica y bioindicadores: el caso del Partido de Azul. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Luján, Luján.
- Terneus - Jácome, E., & Yánez, P. (2018). Principios fundamentales en torno a la calidad del agua, el uso de bioindicadores acuáticos y la restauración ecológica fluvial en Ecuador. La Granja. *Revista de Ciencias de la Vida*, v.27, n.1, p. 36-50.
- Visciarelli, S.M. Y Grippo, S. (2020). Implicaciones territoriales del desarrollo turístico espontáneo en la provincia de Buenos Aires. El caso de Villa Ventana. En: Dinámicas territorializadoras del turismo en el sudoeste bonaerense. Visciarelli, S.M (Ed).
- Volonté, A. y Gil, V. (2023). Diagnóstico y monitoreo de ambientes fluviales a partir de geoindicadores. Cuenca del Oro (Argentina). *Cuadernos Geográficos*, v.62.
- Zárate, M. A. (2003). Loess of southern South America. *Quaternary Science Reviews*, v. 22, p. 1987-2006.
- Zuarth, G., Alberto, C., Jiménez, P., Pfeng, L., & Antonio, M. (2014). Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado en el marco de los proyectos de investigación Geografía Física Aplicada al estudio de la interacción sociedad-

naturaleza. Problemáticas ambientales a diferentes escalas témporo-espaciales (24/G092).