

## **ARROYOS, AMBIENTES RIBEREÑOS Y SUS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS**

*María Paula Barral, Sofía Oronoz, M. Ximena Sirimarco, Cecilia Finocchietti y  
Silvia Graciela De Marco*

### **RESUMEN**

Este capítulo aborda el marco conceptual de los Servicios Ecosistémicos (SE) y su evolución desde su surgimiento. Asimismo, se enuncian y caracterizan los SE que proveen los arroyos en general, con especial énfasis en los ambientes ribereños. Finalmente se analiza a modo de caso de estudio el ambiente ribereño del arroyo de los Padres, afluente de la laguna homónima, en el partido de General Pueyrredon, un ambiente de gran atractivo turístico, recreativo y de gran importancia socioecológica.

### **PALABRAS CLAVE**

*Arroyos-servicios ecosistémicos- ambientes ribereños- franjas de vegetación ribereña*

### **INTRODUCCIÓN**

El ciclo hidrológico, la geología y la configuración de los paisajes les confieren a los arroyos un papel muy relevante en el flujo de materia y energía dentro de los ecosistemas continentales. En los capítulos anteriores, los arroyos fueron analizados desde distintos enfoques, en este capítulo se abordarán desde la mirada de los servicios ecosistémicos.

El concepto de SE fue incorporado en los años 1970 con el objetivo de atraer el interés público hacia la conservación de la biodiversidad. Lo que comenzó entonces como una metáfora creada por los ecólogos para enfatizar la dependencia de la sociedad de los ecosistemas naturales y la capacidad de las sociedades para transformar el mundo, evolucionó hacia un paradigma para interpretar en forma específica las relaciones entre los seres humanos y los ecosistemas (Pascual *et al.*,

2021). Mediante un breve recorrido por esta historia, es posible identificar la incorporación del concepto de SE en la literatura científica, que aparece en trabajos como el de Westman (1977). El artículo científico que más impacto tuvo fue el de Constanza *et al.* (1997) el cual se realizó una valoración económica de 17 (diecisiete) SE para 16 (dieciséis) biomas en todo el planeta. A partir de este trabajo el interés en evaluar y cuantificar los SE fue en aumento, pero el desarrollo de este paradigma tuvo un fuerte impulso en 2005 a través de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MEA por sus siglas en inglés Millenium Ecosystem Assessment, 2005) que colocó el concepto firmemente en la agenda política y desde su publicación la literatura científica creció exponencialmente.

El enfoque de SE se fue perfilando como una herramienta propicia para orientar políticas de planificación y ordenamiento territorial ya que permite vincular decisiones, factores de cambio, ecosistemas y bienestar humano (Laterra y Nahuelhual, 2014). La evolución del enfoque, los marcos conceptuales, sus definiciones y clasificaciones fueron objeto de un significativo debate. Esto se debe a que el enfoque pretende capturar los pilares del bienestar humano y, al mismo tiempo, establecer variables mensurables del estado y modelos dinámicos de los ecosistemas tal de hacer operativo el concepto para, por ejemplo, analizar alternativas de desarrollo (Pascual *et al.*, 2021).

En la actualidad existen diversas iniciativas internacionales, nacionales y subnacionales que proponen analizar el estado de los ecosistemas del mundo desde esta perspectiva. En el caso de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MEA), que reunió a más de 1300 científicos de todo el mundo para evaluar el estado y tendencia de los ecosistemas a escala global y los servicios que brindan, se definieron los SE como los beneficios que el ser humano obtiene de la naturaleza y los clasificó en cuatro grandes grupos: de provisión, de soporte, de regulación y culturales. Unos años más tarde, aparece otra iniciativa global denominada TEEB (Economics of Ecosystems and Biodiversity) la cual se centró en "hacer visibles los valores de la naturaleza" e intentar incorporarlos en la toma de decisiones a todos los niveles. TEEB continuó con la clasificación propuesta por la MEA e identificó 17 SE. En simultáneo, otra de las iniciativas globales fue la desarrollada por la Agencia Europea del Medio Ambiente, que definieron los SE como las contribuciones finales

de los ecosistemas naturales, seminaturales o altamente modificados que afectan directamente al bienestar de las personas. El Sistema Cómico Internacional de Clasificación de los Servicios Ecosistémicos (CICES, por sus siglas en inglés: Common International Classification of Ecosystem Services) propuso una clasificación de tres secciones y en cada división, grupo, clase y tipo de clase (un total de ocho divisiones). En el marco de esta iniciativa se propone un marco conceptual diferente a los anteriores denominado de “cascada” (Haines-Young y Potschin, 2010; de Groot *et al.*, 2010). Este modelo plantea una secuencia de valor conceptual y metodológico que vincula el capital natural (biodiversidad, ecosistemas) con el bienestar humano. Remontando esa cascada desde el bienestar hasta el capital natural, este modelo describe un flujo de procesos socio-ecológicos entre los que se distinguen: a) los beneficios, como aquellos productos finales de los ecosistemas que en interacción con la actividad socioeconómica y/o cultural aportan al bienestar (ej. agua potable en los hogares), b) los SE propiamente dichos, como aquellos procesos ecosistémicos que soportan directa o inmediatamente la generación de beneficios (ej. purificación del agua), y c) las funciones ecosistémicas (ej. retención de sedimentos y contaminantes), como el conjunto de procesos que soporta la provisión de un determinado SE y que dependen de la calidad del ecosistema (tipo, extensión, estado de conservación). Actualmente se reconoce que los mapas producidos bajo el enfoque de la cascada de SE pueden ser indicadores ambientales poderosos para apoyar una toma de decisiones informada, particularmente en procesos de ordenamiento territorial (Burkhard *et al.*, 2012; Daily y Matson, 2008).

Por último, en 2012 se crea la Plataforma Intergubernamental sobre biodiversidad y servicios ecosistémicos, más conocida por sus siglas en inglés como IPBES (Intergovernmental Science- Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services). IPBES es un organismo inter-gubernamental que evalúa el estado de la biodiversidad y de los SE en respuesta a las solicitudes de los responsables de la toma de decisiones. En los nuevos marcos conceptuales que proponen se reemplaza el concepto de SE por “contribuciones de la naturaleza a la gente”, es decir, todas las contribuciones de la naturaleza, tanto positivas como negativas, a la calidad de vida de los humanos como individuos o como sociedad. A su vez,

proponen una única lista de 18 contribuciones de la naturaleza a las personas. Es importante destacar entonces la variedad de marcos conceptuales y esquemas de clasificación en la investigación de SE (Braat y Groot, 2012), cada uno de ellos con sus propias fortalezas y debilidades (Pascual *et al.*, 2021).

En el caso de los ecosistemas acuáticos como los arroyos, algunos SE cobran relevancia ya que dependen de su estructura y funcionamiento. Entre estos SE se pueden mencionar: la provisión y regulación de agua, ya que los cursos concentran y transportan el agua superficial y esta agua puede ser utilizada para diferentes usos; la regulación de la calidad del agua a través de la filtración, secuestro y almacenamiento de patógenos, exceso de nutrientes y otros agentes químicos; la regulación de carga de sedimentos a través de la retención y estabilización de los mismos. Por otro lado, se considera el SE de creación y mantenimiento de hábitat a través de la formación y producción continua de condiciones ecológicas necesarias o favorables para los seres vivos.

Los arroyos se encuentran influenciados por los ecosistemas que atraviesan y el impacto de estas influencias dependerá en gran medida de la estructura y composición de la vegetación que se encuentra en sus riberas. La zona o ambiente ribereño es el lugar donde el sistema acuático converge con el ambiente terrestre (Act, 1993). Estos ambientes suelen presentar suelos poco productivos para la agricultura y a su vez resultan ser fuentes de generación de SE (Quevedo Corado, 2008). Por ejemplo, en cuencas agrícolas el mayor impacto de los cultivos sobre los arroyos está asociado a la llegada de nutrientes, sedimentos y plaguicidas a través del escurrimiento superficial (Naiman *et al.*, 2005). Pero si la vegetación de sus riberas se encuentra bien conservada se generan numerosos SE como (**Figura 6-1**):

- Hábitat y biodiversidad: las especies presentes en el ecosistema acuático pueden ser altamente dependientes de la vegetación de los ambientes ribereños. Las hojas que caen en los cursos de agua forman la base de la red trófica en el ecosistema acuático y la sombra que la vegetación genera resulta importante para los organismos acuáticos. Además, crean corredores que unen hábitats fragmentados y aislados, a través de los cuales las especies se

pueden mover, lo que resulta esencial para mantener y aumentar la biodiversidad (SEPA, 2009).

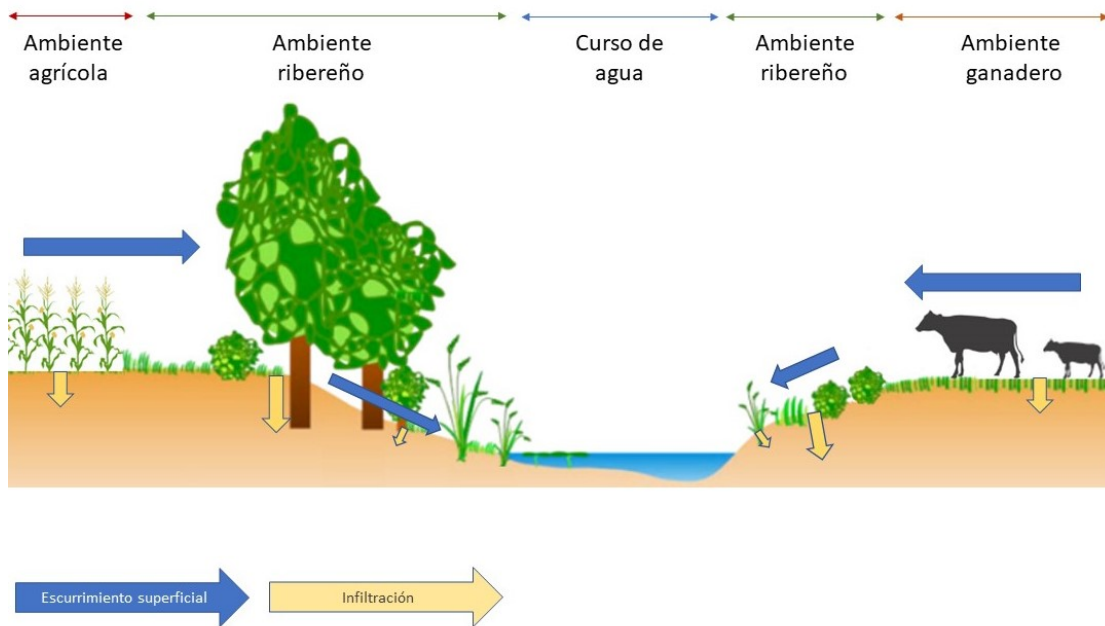
- Fortalecimiento de las orillas de los cursos: las raíces de las plantas previenen la erosión de las orillas de los cursos de agua. En ausencia de vegetación, son mucho más débiles y existen posibilidades de que sean erosionadas por el mismo curso de agua o por la lluvia. Los materiales arrastrados al curso de agua como resultado de la erosión, pueden introducir excesivas cantidades de nutrientes y alterar el hábitat del que dependen diversas plantas y animales (SEPA, 2009).

- Purificación de agua superficial: la vegetación presente en los ambientes ribereños puede purificar el agua superficial al reducir los impactos de la contaminación no puntual (SEPA, 2009). Debido al escurrimiento superficial, los nutrientes (Hoffmann *et al.*, 2009), sedimentos (Schoumans *et al.*, 2014) y pesticidas (Syversen y Bechmann, 2004) provenientes de las tierras altas se acumulan en las zonas ribereñas antes de ser transferidos aguas abajo.

- Regulación climática: las condiciones anaeróbicas que se generan en los ambientes ribereños impiden la descomposición de la materia orgánica, al secuestrar y retener carbono (Frolking y Roulet, 2007), logrando así la regulación de los niveles de carbono atmosférico (Clarkson *et al.*, 2013).

- Reducción del riesgo de inundación: los ambientes ribereños brindan también el SE de amortiguación de inundaciones al almacenar el agua de lluvia, retener una porción y disminuir los flujos y picos de crecida del nivel de agua (Clarkson *et al.*, 2013; Arora *et al.*, 2010; Schoumans *et al.*, 2014).

- Oportunidades de recreación: los ambientes ribereños proporcionan también beneficios significativos para las personas. Pueden añadir valor estético, aumentar el disfrute del ambiente (SEPA, 2009), y atraer diversas actividades recreacionales que permiten generar ingresos en las comunidades locales. Además, tienen un gran valor educativo ya que atraen a grupos escolares y a la comunidad en general (Clarkson *et al.*, 2013).



**Figura 6-1.** Esquema de ambiente ribereño con lotes adyacentes agrícolas y ganaderos. Las flechas indican los principales flujos laterales y verticales.

Estos ambientes se caracterizan por una flora y una fauna cuya composición está fuertemente determinada por la disponibilidad de agua y luz y la textura del suelo (Granados Sánchez *et al.*, 2006). Las comunidades vegetales ribereñas están compuestas por especies nativas que integran la transición entre los ecosistemas terrestres y acuáticos. Se encuentran dispuestas en formas de bandas alrededor de arroyos y humedales, por lo que reciben el nombre de franjas de vegetación ribereña (FVR). Las FVR pueden establecerse aguas abajo de las zonas agrícolas para controlar la contaminación por fuentes no puntuales debido a la escorrentía (Grismer *et al.*, 2006), cuya fuente de mayor contribución resulta ser el nitrógeno (N), el fósforo (P) y los sedimentos (Blanco-Canqui *et al.*, 2004). Su implementación trae numerosos beneficios a los ecosistemas acuáticos que protegen. En cuanto a su aporte a la calidad del agua, pueden interceptar o remover aproximadamente un 50% de los nutrientes y pesticidas, y alrededor de un 75% de sedimentos que llegan por escorrentía superficial. Además, crean un hábitat propicio para el desarrollo

de distintas especies de vida silvestre (Minnesota Department of Natural Resources, 2007).

La efectividad de las FVR depende de diversas condiciones tales como el tipo de suelo, la intensidad de la lluvia, la pendiente, la topografía, la capacidad de infiltración, el ancho de la franja y la altura de las plantas, además de su mantenimiento. Dentro de las más importantes, la pendiente y la topografía afectan a la velocidad y uniformidad del flujo, además de tener un efecto en la capacidad de las FVR para retener sedimentos y contaminantes transportados por escorrentía. Las FVR son más efectivas en pendientes menores al 5% y, a su vez, el ancho mínimo puede variar según la pendiente (**Tabla 1**). El ancho de las FVR es una variable importante, ya que determina su capacidad de remoción de sedimentos y el período de tiempo de contacto entre los contaminantes potencialmente presentes en el agua de escurrimiento y el suelo, donde ocurren los procesos de adsorción y degradación (Grismer *et al.*, 2006).

**Tabla 1.** Ancho mínimo de FVR según pendiente. Fuente: USDA - NRCS (2004)

Pendiente	Ancho mínimo de FVR (m)
1 – 3%	7.62
4 – 7%	10.67
8 – 10%	15.24

Además, la eficiencia de filtración de nutrientes varía dependiendo del tipo de cobertura vegetal. Por ejemplo, existen ciertos tipos de vegetación que poseen mayor efectividad que otros en la filtración de nitratos procedentes de los suelos saturados, debido a su capacidad de acumulación en la biomasa de sus raíces (Naiman y Décamps, 1997). Giaccio (2016), trabajó en ambientes ribereños en el S y SE bonaerense, midió la retención del glifosato y encontró que, en los ambientes

dominados por vegetación herbácea y sin árboles, se retuvo el 73,6%, mientras que en las franjas con árboles la retención fue del 43,8%. Un meta-análisis global (Zhan *et al.*, 2010) muestra que franjas de 10 m de ancho compuestas solo por árboles, retienen en promedio 85% y 98% de N y P respectivamente, mientras que franjas del mismo ancho pero compuestas por herbáceas y algunos árboles retienen 71% y 69% respectivamente.

La degradación de estos ambientes y la consiguiente pérdida de los SE que proporcionan pueden llevar a una importante disminución de biodiversidad y bienestar humano, así como impactos a largo plazo en las comunidades y la economía. Por lo tanto, su protección es esencial para el aprovechamiento de la vasta cantidad y variedad de SE que proporcionan (Clarkson *et al.*, 2013). Para esto sería necesario establecer franjas de vegetación ribereñas que protejan los cursos de agua. No obstante, no existe consenso sobre su tamaño y características ideales ya que depende de las necesidades y objetivos específicos de la zona (Romero *et al.*, 2014). Zhang *et al.* (2010) en su meta-análisis global muestra que en promedio se aumenta la eficiencia de remoción de nutrientes y sedimentos un 10% si se aumenta el ancho de la franja de 5 a 10 metros, mientras que si se aumenta de 10 a 20 metros no se evidencia un aumento significativo en la remoción de nutrientes y sedimentos.

Desde hace varios años en algunos países se promueve la conservación de las FVR a través de distintos mecanismos, algunos basados en incentivos mientras que otros lo hacen a través de regulaciones. Por ejemplo, en el Estado de Georgia (EEUU) en 2007 se sancionó la Ley de Conservación y Recursos Naturales, que exige que se mantenga una zona de amortiguación de vegetación natural de un ancho de 30 m a cada lado de los cursos de agua. Otro ejemplo de esto es el estado de Massachusetts, cuya Ley de Protección de Ríos data del año 1996 y crea una zona protegida de 60 m a cada lado de los cursos de agua (Vermont, 2008). En la ley argentina, el ambiente ribereño sólo se contempla como lo que se conoce como el *camino de sirga*, una restricción al dominio que se estableció para favorecer el tráfico fluvial. Constituye un área a la ribera de los cursos de agua que los propietarios de las áreas adyacentes a éstos deben dejar libre. Si bien se implementó para favorecer la navegación (cabe destacar que los arroyos del

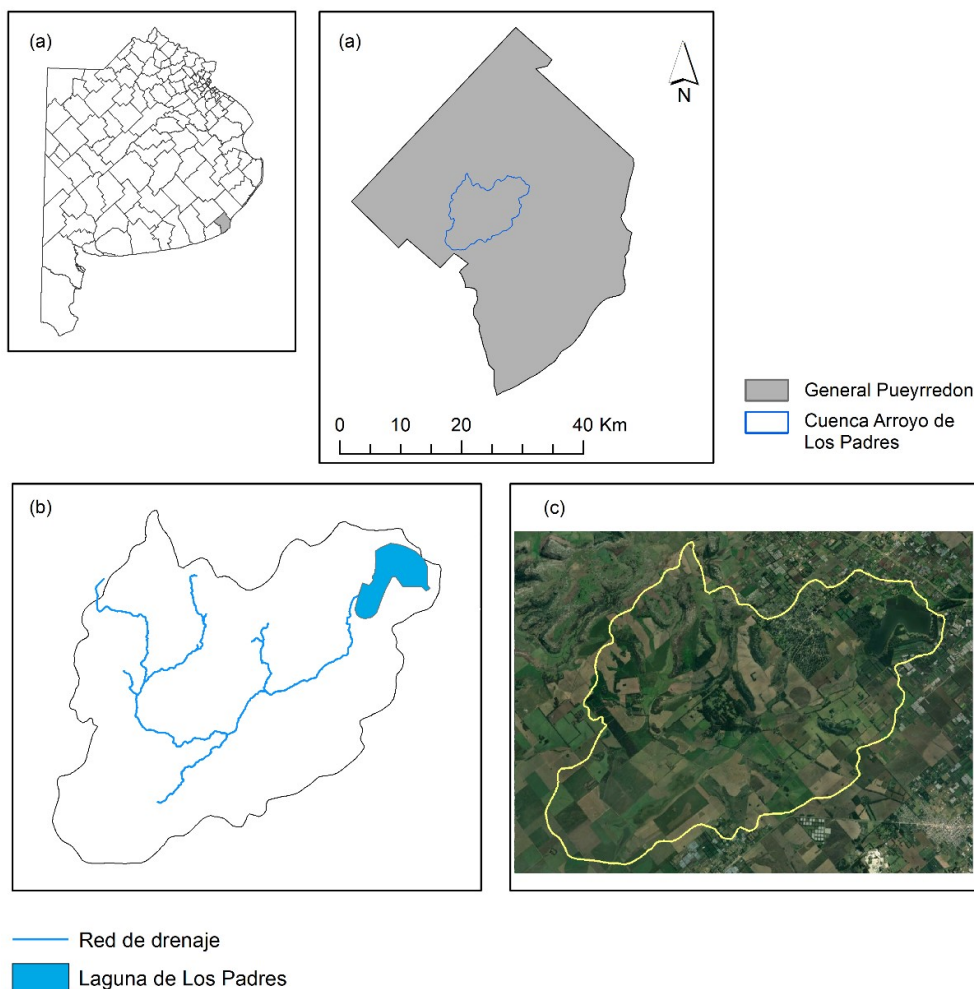


sudeste bonaerense en su mayoría no se caracterizan por ser navegables), resulta importante para la protección de los cursos y cuerpos de agua superficiales, aunque no hay ninguna norma que obligue al propietario a conservar la vegetación natural en estos ambientes.

En base a lo descripto anteriormente sobre la importancia de estos ambientes para contribuir a la provisión de SE, sumado a que por sus condiciones ambientales no son “tan atractivos” para la agricultura (p. ej. son suelos anegables), los ambientes ribereños se convierten en elementos estratégicos para la planificación ya que su conservación y/o mejora podría aumentar la provisión de SE sin competir con la producción agropecuaria. En el siguiente apartado, se caracterizaron los ambientes ribereños de una cuenca pequeña como estudio de caso.

### **Caso de estudio: los ambientes ribereños del arroyo de Los Padres**

El área de estudio seleccionada corresponde a la cuenca del arroyo de Los Padres ubicada en el partido de General Pueyrredon, con una superficie total aproximada de 10700 ha (**Figura 6-2**). En la cuenca se sitúa un espacio de sierras donde nacen los tramos de orden 1 de la red de drenaje que conforma el arroyo de Los Padres y finaliza en la Laguna de Los Padres, espejo de agua de gran importancia ecológica y turística.



**Figura 6-2.** Ubicación de la cuenca en el partido de General Pueyrredon (a), Red de drenaje (b), Imagen de Google Earth (c).

La red de drenaje tiene una longitud total de 69.81 km, donde 30.18 km corresponden a tramos de orden 1, 33.25 km a orden 2 y 6.38 a orden 3. Las principales coberturas de la cuenca para el año 2019 fueron: cultivos (41.24%), campo natural (31.01%), forestaciones (12.73%), urbano (6.15%), sierras (5.53%), agua (3%) y cubierta plástica (0.34%) (Oronoz, 2021).

Los ambientes ribereños de la cuenca se identificaron utilizando imágenes satelitales de alta resolución provenientes de Google Earth™ (años 2019-2020). El criterio utilizado fue delimitar el ambiente desde el arroyo hasta donde llegara el límite de la vegetación natural, es decir, hasta donde comenzaba el lote con un uso no natural (**Figura 6-3**). En los casos de ambientes que limitaban con un lote donde

no era claro el uso (por ejemplo, un campo con pasturas) se optó por digitalizar 10 metros desde el arroyo (**Figura 6-3**).



**Figura 6-3.** Ejemplo de delimitación de los ambientes ribereños en la cuenca del arroyo de Los Padres. La franja izquierda está caracterizada por un ambiente con límites claros entre vegetación natural y lote con otros usos. En la franja derecha el uso no es claro y se delimitaron sólo 10 m. a) Imagen tomada de Google Earth b) Imagen tomada desde dron.

Se identificaron 169 ha de ambientes ribereños en toda la cuenca, es decir que en promedio cada tramo del arroyo cuenta con un ambiente ribereño de 24 metros a cada margen. Fueron muy pocos sectores donde los arroyos no presentaron ambientes ribereños (es decir, que el cultivo estuvo casi sobre el margen del mismo).

## CONSIDERACIONES FINALES

A partir del análisis realizado se puede concluir que los arroyos de la cuenca de Los Padres presentan, casi en su totalidad, ambientes ribereños. Si bien no hay una legislación específica que proteja estos ambientes, el Código Civil en su artículo 2639, dispone: *“Los propietarios limitrofes con los ríos o con canales que sirven a la comunicación por agua, están obligados a dejar una calle o camino público de 35 metros hasta la orilla del río, o del canal, sin ninguna indemnización. Los*

*propietarios ribereños no pueden hacer en ese espacio ninguna construcción, ni reparar las antiguas que existan, ni deteriorar el terreno en manera alguna*". Si bien por la sección y el caudal característico de estos arroyos no serían utilizados para la "comunicación" por agua, la mayoría de las parcelas catastrales que tienen arroyos estarían respetando parcialmente los parámetros establecidos en el mencionado artículo.

Al respetar este espacio y no deteriorarlo, se conserva la vegetación natural de estos ambientes, favoreciendo y/o conservando la provisión de SE descritos en los apartados anteriores. El paisaje de la cuenca del arroyo Los Padres puede considerarse principalmente de uso agrícola-ganadero, ya que más del 50% de los usos de la tierra corresponden a estas categorías. Estos usos son susceptibles de exportar considerables cantidades de sedimentos y nutrientes hacia los cursos de agua, por lo que la presencia de FVR resulta crucial para asegurar una buena calidad de agua de los arroyos. Por lo tanto, sería fundamental fomentar la conservación de estos ambientes y, un primer paso, podría ser la concientización de la población en general y sobre todo de los/las propietarios/as de las tierras que son atravesados por arroyos, sobre la importancia que tienen estos ambientes y los beneficios que prestan a las personas.

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo fue parte de las actividades realizadas en el marco del proyecto de investigación "Ambientes ribereños y su rol en la purificación del agua superficial: un estudio en cuencas hortícolas del partido de General Pueyrredon" financiado por la Universidad FASTA.

## **REFERENCIAS**

- Act, C. (1993)** The Importance of Riparian Vegetation To The Health & Stability of Aquatic Systems . Synthesis, 1, 1–32. Retrieved from: [www.tweed.nsw.gov.au](http://www.tweed.nsw.gov.au)
- Blanco-Canqui, H., Gantzer, C. J., Anderson, S. H., Alberts, E. E., & Thompson, A. L. (2004)** Grass barrier and vegetative filter strip effectiveness in reducing runoff,

- sediment, nitrogen, and phosphorus loss. *Soil Science Society of America Journal*, 68, 1670–1678.
- Burkhard, B., Kroll, F., Nedkov, S., & Müller, F. (2012)** Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological Indicators*, 21, 17-29.
- Braat, L. C., & De Groot, R. (2012)** The ecosystem services agenda: bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy. *Ecosystem services*, 1(1), 4-15.
- Costanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, *et al.* 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260. <https://doi.org/10.1038/387253a0>.
- Clarkson, B. R., Ausseil, A.-G. E., & Gerbeaux, P. (2013)** Wetland ecosystem services. In J. R. Dymond (Ed.), *Ecosystem services in New Zealand - conditions and trends* (pp. 192–202). [https://doi.org/10.1007/978-90-481-9659-3\\_66](https://doi.org/10.1007/978-90-481-9659-3_66)
- Daily, G. C., & Matson, P. A. (2008)** Ecosystem services: From theory to implementation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105 (28), 9455-9456.
- de Groot, R. S., R. Alkemade, L. Braat, L. Hein, and L. Willemen (2010)** Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological Complexity* 7: 260-272. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2009.10.006>
- Frolking, S., & Roulet, N. (2007)** Holocene radiative forcing impact of northern peatland carbon accumulation and methane emissions. *Global Change Biology*, 13(5), 1079–1088.
- Giaccio, G. C. M., Littera, P., Aparicio, V. C., & Acosta, J. L. (2016)**. Glyphosate retention in grassland riparian areas is reduced by the invasion of exotic trees.
- Granados Sanchez, D., Hernandez García, M. A., & Lopez Rios, G. F. (2006)** Ecología de las zonas ribereñas. *Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 12(1), 55–69. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/629/62912107.pdf>
- Grismer, M. E., O'Geen, A. T., & Lewis, D. (2006)** Vegetative filter strips for nonpoint source pollution control in agriculture. *ANR Publications*, 8195. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/237346517\\_Vegetative\\_Filter\\_Strips\\_for\\_No\\_npoint\\_Source\\_Pollution\\_Control\\_in\\_Agriculture](https://www.researchgate.net/publication/237346517_Vegetative_Filter_Strips_for_No_npoint_Source_Pollution_Control_in_Agriculture)
- Haines-Young, R., & Potschin, M. (2010)** The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. *Ecosystem Ecology: a new synthesis*, 1, 110-139.
- Hoffmann, C. C., Kjaergaard, C., Uusi-Kämpä, J., Hansen, H. C. B., & Kronvang, B. (2009)** Phosphorus retention in riparian buffers: review of their efficiency. *Journal of Environmental Quality*, 38(5), 1942–1955.
- Littera, P., Nahuelhual, L. (2014)** Internalización de los servicios ecosistémicos en el ordenamiento territorial rural: bases conceptuales y metodológicas, en: *Ordenamiento territorial rural. Conceptos, métodos y experiencias*. FAO, MAGyP y FAUBA, Buenos Aires, pp. 86-106.
- Millenium Ecosystem Assessment (2005)** *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis* (ed. By R. Hassan, R. Scholes and N. Ash). Island Press. Washington, D.C., USA.
- Minnesota Department of Natural Resources (2007)** *Vegetation Buffer Strips in Agricultural Areas*. In Area. Retrieved from: [https://files.dnr.state.mn.us/publications/waters/buffer\\_strips.pdf](https://files.dnr.state.mn.us/publications/waters/buffer_strips.pdf)
- Naiman, R. J., & Décamps, H. (1997)** The ecology of interfaces: riparian zones. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 28, 621–658.
- Naiman, R. J., Décamps, H., & McClain, M. E. (2005)** Riparia: Ecology, Conservation, and Management of Streamside Communities. Retrieved from [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=n6i\\_2G2f2KAC&oi=fnd&pg=PR11&dq=N\\_AIMAN,+R.J.%3B+DECAMPS,+H.%3B+Mc+CLAIN,+M.E.+2005.+Riparia:+Ecology,+Conservation+and+Management+of+Streamside+Communities,&ots=PiSY7JJosf&sig=BcEzWajsaOhq9IRx-Vie04bhLHQ#v=onepage](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=n6i_2G2f2KAC&oi=fnd&pg=PR11&dq=N_AIMAN,+R.J.%3B+DECAMPS,+H.%3B+Mc+CLAIN,+M.E.+2005.+Riparia:+Ecology,+Conservation+and+Management+of+Streamside+Communities,&ots=PiSY7JJosf&sig=BcEzWajsaOhq9IRx-Vie04bhLHQ#v=onepage)

- Oronoz, S. (2021)** Ambientes ribereños de una cuenca hortícola: evaluación de sus servicios ecosistémicos como alternativa para mitigar la contaminación. Trabajo final de graduación en Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingeniería. Universidad FASTA.
- Pascual, M., Barral, M. P., Poca, M., Pessacg, N., Silva, L. G., Albariño, R. & Jobbágy, E. G. (2021).** Ecosistemas acuáticos continentales y sus servicios: Enfoques y escenarios de aplicación en el mundo real. *Ecología Austral*, 31, En prensa.
- Quevedo Corado, J. E. (2008)** Análisis y evaluación de las franjas ribereñas y de los usos adyacentes en la microcuenca del río Toila, subcuenca del río Matanzas, Guatemala. Tesis de maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Romero, F. I., Cozano, M. A., Gangas, R. A., & Naulin, P. I. (2014).** Zonas ribereñas: Protección, restauración y contexto legal en Chile. *Bosque*, 35(1), 3–12. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002014000100001>
- Schoumans, O. F., Chardon, W. J., Bechmann, M. E., Gascuel-Odoux, C., Hofman, G., Kronvang, B., Dorioz, J. (2014)** Mitigation options to reduce phosphorus losses from the agricultural sector and improve surface water quality: A review. *Science of the Total Environment*, 468–469, 1255–1266.
- SEPA (2009)** Engineering in the Water Environment Good Practice Guide: Riparian Vegetation Management (Vol. 2). Retrieved from: [https://www.sepa.org.uk/media/151010/wat\\_sg\\_44.pdf](https://www.sepa.org.uk/media/151010/wat_sg_44.pdf)
- Syversen, N., & Bechmann, M. (2004)** Vegetative buffer zones as pesticide filters for simulated surface runoff. *Ecological Engineering*, 22(3), 175–184.
- USDA - NRCS. (2004)** Standards and specifications No. 393, USDA - NRCS Field Office Technical Guide.
- Vermont, U. (2008)** Vermont legislative research shop. Retrieved from: <https://www.uvm.edu/cas/polisci/vermont-legislative-research-service-vlrs/index.html>
- Westman, W. E. 1977.** How much are nature's services worth? *Science* 197:960-964. <https://doi.org/10.1126/science.197.4307.960>
- Zhang, X., Liu, X., Zhang, M., Dahlgren, R. A., & Eitzel, M. (2010)** A review of vegetated buffers and a meta-analysis of their mitigation efficacy in reducing nonpoint source pollution. *Journal of environmental Quality*, 39 (1), 76-84.