

## Valoración económica de los servicios ecosistémicos más importantes que ofrece el humedal Tibanica (Bogotá, Colombia)\*

Economic Assessment of the Most Important Ecosystemic Services Offered by the Wetland Tibanica (Bogotá, Colombia)

*Jenny Alejandra Cadena Gaona*

*Universidad Manuela Beltrán, Colombia*

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6715-2557>

DOI: <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd23-44.vese>

*Sergio Duván Duque Yosca*

*Universidad Manuela Beltrán, Colombia*

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0688-7004>

Fecha de recepción: 22 Octubre 2018

Fecha de aprobación: 10 Diciembre 2018

Fecha de publicación: 30 Junio 2019

*Robinson Alfredo Tovar Cortes*

*Universidad Manuela Beltrán, Colombia*

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9611-224X>

*Tania Marcela Ballesteros Larrotta*<sup>a</sup>

*Universidad Manuela Beltrán, Colombia*

[tmballesterosl@gmail.com](mailto:tmballesterosl@gmail.com)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2056-5661>

### Resumen:

Los humedales son considerados ecosistemas estratégicos debido a los servicios ecosistémicos (SE) que ofrecen. El humedal Tibanica, que se encuentra ubicado en Bogotá (Colombia), ha experimentado constantes presiones antrópicas. Esta situación hace necesario que se mejore la toma de decisiones a través de instrumentos de gestión. Para contribuir a ello, en el presente estudio se evaluaron económicamente los SE más importantes del humedal. La identificación de los SE se realizó mediante una lista de chequeo, y la valoración económica por medio del método de transferencia de funciones. Se encontró que los SE más importantes son control de erosión, aprovisionamiento de agua y servir de hábitat para diferentes especies. El valor económico estimado de los SE es 111.557,14 USD/año.

**Palabras clave:** humedal, servicios ecosistémicos, valoración económica.

### Abstract:

Wetlands are deemed as strategic ecosystems due to the ecosystemic services (ES) they offer. The wetland Tibanica in Bogotá (Colombia) has undergone continuous anthropic pressures. This situation brings the need to improve the decision-making through management instruments. To contribute to it, this study provides an economic assessment of the most important SEs in this wetland. The identification of SEs is performed with a checklist and the economic assessment is conducted through the function transference method. It was found that the most important SEs are the erosion control, the water supply, and the habitat function for different species. The economic value estimated for the SEs is 111,557.14 USD/year.

**Keywords:** wetland, ecosystemic services, economic assessment.

## Introducción

Los humedales son ecosistemas reconocidos por los múltiples servicios ecosistémicos (SE) que ofrecen para el bienestar humano (McInnes y Everard, 2017; Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005). Uno de sus

### Notas de autor

<sup>a</sup> Autora de correspondencia. Correo electrónico: [tmballesterosl@gmail.com](mailto:tmballesterosl@gmail.com)

SE es la purificación del aire y de las aguas (servicios de regulación) (Larreta, Martín-López, Mastrángelo y Garibaldi, 2017). Asimismo, los humedales proporcionan espacios vitales para las diferentes especies que los habitan (servicio de apoyo), debido a que les proveen los recursos necesarios para vivir y reproducirse (servicio de regulación). Adicionalmente, los humedales son lugares estratégicos para el asentamiento e identidad de poblaciones humanas (servicios culturales) y para su desarrollo socioeconómico, mediante el suministro de bienes materiales, como agua dulce y alimento (servicios de abastecimiento) (Osorio, 2006). Por lo tanto, los SE que los humedales proveen son esenciales para la supervivencia y el mantenimiento de las poblaciones humanas, particularmente en países en desarrollo, como Colombia.

Pese a que se ha reconocido la importancia de los humedales, en la práctica estos ecosistemas han sido continuamente subestimados. Este hecho se sustenta en la escasez de registros e investigaciones sobre los SE que ofrecen (Lara-Pulido, Guevara-Sanginés y Arias-Martelo, 2018) y su poco reconocimiento en los procesos de toma de decisiones. Como prueba de esto, cada vez se encuentran más evidencias y evaluaciones preocupantes sobre el deterioro de estos ecosistemas a gran escala. En Colombia, son tres los factores que afectan críticamente a los humedales: cambios en el uso del suelo, demanda de agua y contaminación hídrica (Ricaurte et al., 2017). En el caso particular de los humedales urbanos, el crecimiento demográfico y del desarrollo socioeconómico en sus zonas aledañas son las principales amenazas de estos ecosistemas (Yepes, 2015).

El humedal Tibanica (figura 1) se encuentra ubicado en la localidad de Bosa, en Bogotá (capital del Colombia). Este humedal cuenta con un plan de manejo ambiental (PMA), formulado en el año 2006. Sin embargo, pese a tener este marco de protección y manejo, el humedal ha venido soportando constantes alteraciones, relacionadas con el inadecuado manejo de residuos sólidos y líquidos (contaminación química), la presencia de escombros derivados de construcciones ilegales y quemas a cielo abierto, entre otras (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2013; Secretaría Distrital de Ambiente [SDA], 2009). Adicionalmente, el entorno del humedal se ha convertido en zona de refugio para habitantes de la calle, lo que crea un escenario muy distinto al ideal (Acuerdo 19 de 1994). Con base en lo anterior, se considera que actualmente el humedal Tibanica presenta deterioro y disminución de la oferta de SE.

La pérdida de los SE influye considerablemente en la estabilidad y dinámicas sociales, económicas y ambientales, lo que genera afectaciones al bienestar colectivo de los actores directos e indirectos (Bergkamp y Orlando, 1999). Esta situación probablemente sea el resultado de propuestas establecidas en el PMA a partir de las problemáticas identificadas en el momento de su elaboración (SDA, 2009), las cuales difieren de las actuales. Adicionalmente, la escasez de estudios relacionados con la identificación y la valoración económica de los SE en el humedal condicionan la manera de actuar y de planear estrategias de conservación.

Los SE, de manera directa e indirecta, generan utilidad a los consumidores. A partir de esta misma utilidad se puede establecer el valor económico asociado a ellos. Por lo tanto, la identificación y valoración económica de los SE que ofrece el humedal facilitarían la formulación y el diseño de políticas, estrategias e instrumentos de gestión sostenibles, que soporten la actualización del PMA y sirvan de base para el futuro plan de desarrollo de la localidad. Con esto se podría mejorar a mediano plazo la salud ambiental del humedal y, por tanto, la salud pública en la zona (Sánchez, 2008). Además, la valoración económica de los SE podría contribuir al reconocimiento social de los beneficios ofrecidos por el humedal y a la consecución de financiamiento para su restauración ecosistémica.

En este sentido, consideramos la valoración económica como una herramienta para la toma de decisiones ambientales, sirviendo de guía para la generación de alternativas de recuperación. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue realizar la valoración económica de los servicios ecosistémicos más importantes del humedal Tibanica en el año 2017, teniendo en cuenta sus relaciones socioambientales.

## Metodología

### Lugar de estudio

Como se ha mencionado, el humedal Tibanica se encuentra en la localidad de Bosa (sur de Bogotá), y colinda por el noroccidente con el municipio de Soacha (Cundinamarca) (figura 1). Este humedal es de tipo lacustre de planicie; cuenta con un área de 28,8 ha, y está ubicado a una altitud de 2545 m s. n. m. En el año 2017, la precipitación anual registrada fue 630,2 mm (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá [EAAB], 2018). El sitio presenta estacionalidad tipo bimodal (SDA, 2009), lo que la hace una de las partes más secas de Bogotá.



FIGURA 1.  
Ubicación del humedal Tibanica  
Fuente: imagen de Google-Earth modificada

### Diseño metodológico

Se adoptó la metodología de Castañeda (2014) para evaluar el nivel de importancia de los SE. Luego de revisar varios estudios metodológicos, se decidió utilizar la metodología este autor por su pertinencia para el presente estudio. Además, se utilizó la metodología de las Naciones Unidas (Delacámara, 2008) como guía para la valoración de los SE más importantes. El diseño metodológico constó de tres fases: 1) diagnóstico de los SE, 2) evaluación del nivel de importancia de los SE y 3) cálculo del valor monetario de los SE más importantes, las cuales se detallan a continuación.

#### *Fase 1. Diagnóstico de los SE*

En primer lugar, se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva sobre los SE ofrecidos por los humedales. A partir de esta, se diseñó una lista de chequeo de SE. Posteriormente, se visitó el humedal, en compañía de dos delegados de la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá (SDA); estos delegados son gestores ambientales encargados del humedal de estudio. Se realizó una observación directa simple para identificar los SE que brinda el humedal y se tomó un registro fotográfico. Los criterios de identificación se basaron en los componentes social, económico y ecológico del humedal. Cabe aclarar que solo se realizó una visita al humedal, la cual coincidió con la estación seca (septiembre); por lo tanto, se hace la salvedad de que los SE identificados no reflejan la condición natural completa del humedal, sino que resultan de una instantánea en el tiempo, influenciada por la variabilidad climática natural de ese momento.

#### *Fase 2. Evaluación del nivel de importancia de los SE*

El nivel de importancia de cada SE fue asignado con base en las relaciones socioecosistémicas en su oferta. Esta fase se realizó mediante cuatro etapas, las cuales se explican a continuación.

### Etapa 2.1. Recopilación de información ambiental, social y económica

Se recopiló documentación social, ambiental y económica del humedal con el fin de analizar las relaciones entre estos componentes con los SE (identificados en la fase 1). Para ello, se diseñó una matriz de análisis para las siguientes doce temáticas: 1) componente flora, 2) componente fauna, 3) aspectos demográficos, 4) aspectos culturales, 5) aspectos arqueológicos, 6) aspectos económicos, 7) ecología del paisaje, 8) vientos, 9) evaporación, 10) precipitación y temperatura, 11) gases y olores, y 12) componente político.

### Etapa 2.2. Determinación de criterios de evaluación de los SE

Para evaluar cada SE, se tomaron los criterios definidos en Castañeda (2014), los cuales son: dimensión (DI), cobertura (Co), oferta (Of), permanencia (Pem), periodicidad (Per) y nivel de satisfacción (NS). A su vez, para cada criterio se usaron tres valores de clasificación cualitativa con su respectivo valor cuantitativo, siendo 1 el valor más bajo, 5 el valor moderado y 10 el más alto (tabla 1) (Castañeda, 2014). Para cada SE, la asignación de los valores para cada criterio se basó en la información de la matriz de la etapa 2.1.

### Etapa 2.3. Estimación del nivel de importancia de los SE

Siguiendo a Castañeda (2014), se empleó la ecuación 1 para hallar el nivel de importancia (I) de cada SE. El valor de I es siempre positivo.

Ecuación de nivel de importancia:

$$I = Co + Of + Pem + Per + NS \quad (1)$$

TABLA 1.  
Criterios y valores de clasificación para cada SE

Criterios de evaluación y calificación		
<b>Dimensión (DI)</b>		
Medio en el que sobresale la potencialidad de un ecosistema dependiendo del bienestar humano que brinda. Se tiene en cuenta el hecho de que son vitales para mantener el beneficio.	Económico (E)	
	Social (SC)	
	Ambiental (A)	
Calificación simbólica		
<b>Cobertura (Co)</b>		
Se refiere al área hasta donde se puede extender el beneficio humano obtenido por el servicio que suministra un ecosistema específico.	Puntual	1
	Local	5
	Regional	10
<b>Oferta (Of)</b>		
Cantidad de elementos benéficos para el hombre provenientes de un ecosistema, y que son empleados conforme a la función que cumplen y al servicio que proveen.	Baja	1
	Media	5
	Alta	10
<b>Permanencia (Pem)</b>		
Corresponde al tiempo en el que permanecerá el efecto del beneficio obtenido por un ecoservicio.	Corto plazo (< 1 año)	1
	Mediano plazo (1-5 años)	5
	Largo plazo (> 10 años)	10
<b>Periodicidad (Per)</b>		
Es la regularidad con la que se manifiesta el beneficio percibido por el servicio que proporciona un ecosistema.	Periódico	1
	Discontinuo	5
	Continuo	10
<b>Nivel de satisfacción (NS)</b>		
Es el grado en que se suple una necesidad humana a través del bienestar propiciado por un ecoservicio.	Nula	1
	Parcial	5
	Total	10

### *Etapa 2.4. Clasificación de los SE*

Castañeda (2014) estableció rangos de valores para I, a los cuales se les asignó un valor de importancia cualitativo. En la presente investigación se adaptó dicha clasificación, como se muestra en la tabla 2.

TABLA 2.  
Niveles de importancia de los SE

Irrelevante	Moderada	Importante	Muy importante	Extremadamente importante
1-14,99	15-29,99	30-39,99	40-49,99	≥ 50

Fuente: Castañeda (2014, p. 12), con algunas modificaciones

### *Fase 3. Cálculo del valor monetario de los SE más importantes*

Esta fase, a su vez, constó de dos etapas, como se muestra a continuación

#### *Etapa 3.1. Definición de los métodos de valoración económica*

Se tuvieron en cuenta tres criterios fundamentales para la definición del método de valoración económica a emplear (Iwan, Guerrero, Romanelli y Bocanegra, 2017; Osorio, 2006): 1) disponibilidad de información, 2) apoyo técnico con relación a la implementación de los métodos y metodologías pertinentes en la valoración económica y 3) recursos financieros, los cuales permiten la ejecución de los ítems anteriores. Además de estos criterios, se tuvo en cuenta el hecho de que los métodos de valoración económica están intrínsecamente definidos por los SE a valorar (Cadena, Duque y Tovar, 2018).

A partir de la clasificación realizada en la etapa 2.4, ningún SE se clasificó como “extremadamente importante”. Los servicios control de la erosión, provisión de hábitat y de abastecimiento de agua fueron clasificados como “muy importantes” (véase el apartado de resultados); por lo tanto, fueron estos servicios los usados para la valoración económica. Según su naturaleza, el valor económico no puede ser establecido de forma integral por un sistema de mercado (Correa, 2006). En este sentido, abastecimiento de agua se define como valor de uso directo; control de erosión, como valor de uso indirecto, y provisión de hábitat, como valor de no uso.

Se escogió el método de transferencia de beneficios por funciones (de demanda o de beneficios) como primer acercamiento en la valoración de unidades físicas no mercadeables, mediante la implementación de ecuaciones, funciones o modelos estadísticos (Iwan et al., 2017). Este método emplea valores monetarios de servicios y bienes ambientales hallados en un determinado contexto, con el objeto de estimar el valor monetario de un servicio o bien similar en un entorno distinto (Osorio, 2006; Desvougues, Naughton y Parsons, 1992). Posteriormente, se valoraron monetariamente a través del método de precios de mercado (SE de abastecimiento de agua) o por valores económicos establecidos a partir de relaciones de precios establecidos por instituciones oficiales o investigaciones publicadas (SE de control de erosión y provisión de hábitat).

#### *Etapa 3.2. Aplicación del método de valoración económica*

Este estudio utilizó todas las ecuaciones y valores calculados por Cadena et al. (2018) para el humedal Tibanica.

## *Precios de mercado o valores económicos utilizados según el SE*

*Abastecimiento de agua:* se tomó el costo de producción de agua (1,19 USD/m<sup>3</sup>) reportado por la EAAB (2017) para el Distrito Capital.

*Control de erosión:* se tomó como referencia el dato obtenido en el estudio realizado por Agudelo y Correa (2000), correspondiente a 120,61 USD/T para el SE de control de la erosión en coberturas boscosas. Este valor fue tomado considerando la suposición de que el humedal Tibanica cuenta con una cobertura boscosa, ya que se están realizando prácticas de reforestación, lo que resulta la aproximación más viable al valor de reconstrucción o restauración de la erosión del suelo en el humedal.

*Provisión de hábitat:* el Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia (SPNN) determinó un costo de oportunidad para conservar/preservar áreas naturales de 3447 COP/ha (SPNN, 2017). Este valor fue el único que se modificó de Cadena et al. (2018). Así, para este artículo, se tomó el valor para conservar/preservar áreas naturales más reciente publicado por el SPNN.

La conversión monetaria utilizada fue: 1 USD equivale a 3198,13 COP. El valor del USD corresponde al promedio anual para el 4 de diciembre de 2018 (Banco de la República, 2018).

## *Cálculo del valor económico de los SE más importantes*

A continuación, se presenta un resumen metodológico de los cálculos realizados.

Para el SE de abastecimiento de agua, debido a la escasa información hidrológica del humedal, se optó por aplicar la metodología propuesta por Schosinsky y Losilla (2000) y por Schosinsky (2006). Dicha metodología se basa en un coeficiente de infiltración aplicable a varias regiones latinoamericanas. Usando el coeficiente de infiltración, se procedió a calcular la tasa de recarga o infiltración media anual presente en el humedal. Se relacionó el valor de infiltración hallado con el área total del humedal para obtener una aproximación de la tasa de producción de agua anual que el humedal podría brindar. Este valor se multiplicó por el precio de mercado indicado anteriormente.

Para el cálculo del SE de control de erosión, se utilizó la ecuación 1, modificada y desarrollada por Wischmeyer y Smith (1978). Este método permite estimar la pérdida de suelos en promedio para un periodo de un año como producto de la erosión hídrica. A partir de un estudio sobre la clasificación de pérdidas de suelo en Colombia (Pérez, 2001), se estableció que la pérdida de suelo para el humedal Tibanica corresponde a una erosión baja. Con base en este resultado, se halló el valor monetario de este servicio en el humedal, multiplicando la tasa de pérdida de suelo hallada por el área total del humedal, de modo que se obtuviera la pérdida de suelo anual (T/a) en el humedal; a su vez, este valor se multiplicó por el precio de mercado indicado anteriormente.

En cuanto al SE de provisión de hábitat, se implementó el índice de conservación elaborado por Guerrero, Sosa, Rodríguez y Del Fresno (2013). Según estos autores, se puede utilizar la metodología de la disponibilidad a pagar por la conservación de áreas naturales, en relación con el valor/ha/a que las entidades encargadas destinan para la conservación de áreas de interés ambiental. En el caso colombiano, el SPNN es la entidad encargada de gestionar la conservación de ecosistemas de interés. El valor del índice de conservación se indicó en la sección anterior. El cálculo monetario de este SE resulta de la multiplicación del índice de conservación por el área total del humedal.

La aplicación de los métodos usados en este estudio es recomendable para investigaciones que no cuenten con información primaria o que no dispongan de tiempo o recursos para obtenerla.

## Resultados

En primer lugar, se indican los SE identificados que ofrecía el humedal Tibanica para la fecha de la visita técnica. Posteriormente, se presentan los valores de la clasificación del nivel de importancia de cada SE. Finalmente, se describen los principales resultados de los cálculos de valoración económica de los SE más importantes del humedal. Los resultados detallados se encuentran en Cadena et al. (2018).

### Identificación de los bienes y servicios ecosistémicos que brindaba el humedal Tibanica en el año 2017

A partir de la revisión bibliográfica, se determinó que un humedal puede ofrecer hasta 43 SE (Cruz, 2015; Escobar, 2011; González, 2016; Hurtado, Ramírez y Quintero, 2013; Iwan et al., 2017; Joignant, 2014; Kosmus, Renner y Ullrich, 2012; Stolk, Verweij, Stuij, Baker y Oosterberg, 2006; Vicente, 2015; Yepes, 2015). Estos 43 SE se incluyeron en la lista de chequeo (Cadena et al., 2018). A partir de la lista se identificó que el humedal Tibanica ofrece 22 SE (tabla 3). Los servicios fueron clasificados (tabla 3) siguiendo los principales sistemas de clasificación (Constanza et al., 2017; Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005; The Economics of Ecosystems and Biodiversity, 2010).

TABLA 3.  
Servicios ecosistémicos ofrecidos por el humedal Tibanica

Servicios ecosistémicos	
De aprovisionamiento o de abastecimiento	Culturales
Abastecimiento de agua	Servicios culturales (comunidades indígenas)
De regulación	Recreación y turismo
Control de inundaciones	Servicios de educación ambiental
Regulación hídrica	Servicios espirituales y religiosos
Polinizadores	Servicio estético y emocional
Protección del suelo	Zona de estudio para investigaciones científicas
Regulación del clima	
Control de erosión	De apoyo
Regulación de la calidad del aire	Provisión de hábitat (especies nativas y endémicas)
Regulación de evapotranspiración	Provisión de hábitat (especies migratorias)
Regulación biogeoquímica	Recursos genéticos
Retención de sustancias tóxicas	
Regulación de precipitación y temperatura	
Depuración de agua	

Fuente: Cadena et al. (2018, p. 50)

### Evaluación del nivel de importancia de los SE más relevantes del humedal Tibanica

Se evaluaron solo 20 de los 22 SE previamente identificados, debido a que algunos de estos presentaban similitud (como protección del suelo y control de erosión) o la documentación referente a ellos era insuficiente (como en el caso estético o emocional) para realizar una evaluación aceptable. En la tabla 4 se muestran los valores asignados a los criterios de evaluación (etapa 2.3) para cada SE; además, se muestra su categoría según su nivel de importancia (etapa 2.4).

Los valores asignados arrojaron que la mayoría de los SE evaluados son de categoría “moderada” (9) e “importante” (8). Aparecen 3 servicios clasificados como “muy importantes” y ninguno en la categoría de “extremadamente importante”. Como ya se mencionó anteriormente, se realizó la valoración económica de los servicios de abastecimiento de agua, control de la erosión y provisión de hábitat por ser categorizados como “muy importantes” (tabla 4).

**TABLA 4.**  
Nivel de importancia de los SE del humedal Tibanica en el 2017

Servicios ecosistémicos	Evaluación de los servicios ecosistémicos							Categoría de nivel de importancia (I) de los SE
	Criterios ambientales						Valor de nivel I	
	DI	CO	QA	Pem	Pa	N		
Control de inundaciones	A	1	5	1	5	1	13	Irrelevante
Regulación biogeoquímica	A	10	5	10	1	5	31	Importante
Regulación de la calidad del aire	A	10	1	10	1	5	27	Moderada
Abastecimiento de aguas	A	1	10	10	10	10	41	Muy importante
Recreación y turismo	SC	1	1	5	1	5	13	Irrelevante
Hábitat para polinizadores	A	5	5	1	1	5	17	Moderada
Servicios espirituales y religiosos	SC	5	10	5	10	5	35	Importante
Servicios de educación ambiental	SC	1	5	10	5	10	31	Importante
Regulación hídrica	A	5	5	10	1	10	31	Importante
Provisión de hábitat (especies migratorias)	A	10	10	1	1	5	27	Moderada
Provisión de hábitat (especies nativas y endémicas)	A	5	10	10	10	5	40	Muy importante
Mantenimiento de corredores biológicos	A	1	1	1	5	1	9	Irrelevante
Estabilización de sedimentos	A	1	5	5	1	5	17	Moderada
Control de la erosión	A	1	10	10	10	10	41	Muy importante
Regulación del clima	A	5	5	10	5	5	30	Importante
Regulación de precipitación y temperatura	A	5	5	5	5	5	25	Moderada
Recursos genéticos	A-SC	1	5	5	5	1	17	Moderada
Fuente de investigación científica	A-SC-E	1	1	5	5	5	17	Moderada
Almacenamiento de agua	A-SC-E	5	1	5	1	5	17	Moderada
Regulación de evapotranspiración	A	1	5	10	5	5	26	Moderada

Fuente: Cadena et al. (2018, p. 62), con modificaciones

## Cálculo del valor económico de los SE más importantes del humedal Tibanica

### SE de abastecimiento de agua

El valor del coeficiente de infiltración es 0,58. Tomando el valor de precipitación media anual de 630,2 mm, el valor calculado de infiltración media fue de 321,65 mm/a. La tasa anual de recarga o infiltración del suelo en el humedal Tibanica se relacionó con el área total del humedal (28,8 ha), de modo que se obtuvo una aproximación de producción de agua de 92.640 m<sup>3</sup>/a. El cálculo monetario de este servicio fue 110.241,6 USD/a (tabla 5).

**TABLA 5.**  
Resumen de los valores empleados en el cálculo monetario de los SE

SE	Indicador modelado	Provisión del SE	Valor económico unitario	Valor del servicio en USD	Valor del servicio en COP*
Abastecimiento de agua	Tasa anual de recarga o infiltración del suelo	321,65 mm/a 92,640 m <sup>3</sup> /a	1,19 USD/m <sup>3</sup>	110.241,6 USD/a	352.566.968,21
Control de erosión	Tasa de pérdida de suelo	0,37 T/ha/a 10,65 T/año	120,61 USD/T	1284,5 USD/a	4.107.998
Aprovisionamiento de hábitat	Índice de conservación	valor/ha/a 28,8 ha	3447 COP/ ha/a	31,04	99.263,51
Total				111.557,14	356.774.229,72

**Nota:** Los valores en USD y COP muestran la valoración económica anual parcial de los SE.

\* El valor en COP puede variar dependiendo de la conversión con el USD utilizada.

Fuente: elaboración propia

### SE de control de erosión

Mediante la ecuación 1, se estimó que la erosión promedio en el humedal se produce a una tasa de 0,37 T/ha/a. Al multiplicar la tasa de pérdida del suelo por el área total del humedal, se obtuvo que la pérdida del suelo en Tibanica es de 10,65 T/a. La estimación económica de este servicio fue 1284,5 USD/a (tabla 5).



## *SE de aprovisionamiento de hábitat*

A partir de los cálculos realizados, se estableció que el valor del servicio de provisión de hábitat es de 99.263,51 COP anuales, lo cual equivale aproximadamente a 31,04 USD/a (tabla 5). Cabe resaltar que el valor del SE de provisión de hábitat podría aumentar significativamente al involucrar el presupuesto que destina anualmente la SDA.

## **Discusión**

En un estudio reciente en el que se evaluaron los SE de los humedales de Colombia, se encontró que no había diferencia significativa entre los tipos de humedal y su capacidad para ofrecer SE (Ricaurte et al., 2017). En dicho estudio, se encontró que los humedales del país ofrecen aproximadamente 32 servicios. A partir de los resultados de la lista de chequeo, se encontró que el humedal Tibanica ofrecía solo 22 SE (septiembre de 2017), lo cual indica que la oferta de servicios en este humedal es mucho menor de la esperada. Esta condición podría sugerir tres eventos independientes: 1) el humedal se ha visto afectado negativamente por las constantes presiones antrópicas que ha experimentado, 2) la estación seca resultante de la variabilidad climática afectó la oferta puntual de SE y 3) la metodología de identificación de SE no fue lo suficientemente robusta. Según la evaluación rápida de SE de humedales (*rapid assessment of wetland ecosystem services* [RAWES]), desarrollada en varios humedales del mundo, la lista de chequeo debe soportarse con preguntas hechas a tomadores de decisiones, gestores y usuarios de los servicios, por medio de diálogo participativo, con el fin de evitar subjetividades (Everard, McInnes y Gouda, 2016; McInnes y Everard, 2017). Por esta razón, consideramos que la implementación de la metodología RAWES, teniendo en cuenta la variabilidad climática en un periodo amplio, podría permitir la verificación de la oferta de SE del humedal Tibanica. Pese a las posibles mejoras metodológicas para identificar SE, se resalta que el presente estudio provee un primer acercamiento de los servicios que ofrece el humedal Tibanica. Según Constanza et al. (2017), incluso sin una posterior evaluación económica, el solo hecho de identificar los SE contribuye a su reconocimiento y del ecosistema mismo en las políticas públicas.

Los SE más significativos que provee el humedal Tibanica son de control de la erosión (regulación), provisión de hábitat (regulación o soporte, según el sistema de clasificación) y abastecimiento de agua (aprovisionamiento). De acuerdo con Ricaurte et al. (2017), el aprovisionamiento de agua es el SE más importante de los humedales del país, seguido por la regulación hídrica y el hábitat para especies, servicios clave para la mitigación y adaptación al cambio climático. Con base en esto, se considera que el humedal Tibanica ofrece los principales servicios que caracterizan a estos ecosistemas, brindando por lo tanto importantes beneficios a la sociedad.

Ha sido ampliamente debatido si valorar económicamente los SE sea el enfoque más apropiado para gestionarlos (Constanza et al., 2017). Dentro de los que consideran que sí, también se ha debatido el método o métodos para valorarlos (Constanza et al., 2017; Lara-Pulido et al., 2018). En esta investigación nos basamos en el supuesto de que asignarle un valor económico al capital natural puede ser una poderosa herramienta política para informar a los tomadores de decisiones y actores sectoriales; así como también un medio para visibilizar y comunicar los valores no reconocidos de la naturaleza (Constanza et al., 2017; Lara-Pulido et al., 2018). Reconocemos que los métodos de valoración implementados (transferencia de funciones) presentan debilidades debido a que los datos utilizados provienen de información limitada. Sin embargo, la baja disponibilidad de datos empíricos económicos constituyen un problema mayor a la hora de valorar monetariamente los servicios (Constanza et al., 2017). Partiendo del hecho de que ninguna técnica de valoración es perfecta, consideramos que hemos balanceado los requerimientos con el tipo de información disponible, haciendo aportes importantes sobre el valor monetario de los SE más importantes del humedal.

Por ejemplo, hemos hecho una aproximación a la estimación del valor del servicio de control de la erosión, el cual no se encuentra dentro de los precios de mercado ya que solo se tienen en cuenta los precios de extracción del suelo.

Los valores económicos de los tres SE difieren significativamente entre sí, debido a que sus características intrínsecas condicionan su metodología de cálculo y, con esto, a su vez, limitan las comparaciones con resultados de investigaciones desarrolladas en otras zonas de estudio. De igual forma, es importante considerar que dichos valores podrían variar si se tuvieran en cuenta otras metodologías de valoración económica y si se dispusiera de mayores estudios para el humedal Tibanica. Alteraciones en los agentes generadores de cambio en el humedal (p. e., el aumento demográfico) podrían ocasionar mayores externalidades negativas. Este tipo de cambio afectaría el valor monetario de los SE. Por ejemplo, el valor asociado al control de la erosión podría aumentar si las actividades antrópicas (como construcciones legales e ilegales, incendios, etc.) dentro de la zona de estudio se incrementan, ya que estas acciones interfieren en el estado erosivo del suelo y su respectiva tasa de erosión.

La evaluación económica de los SE más importantes del humedal Tibanica permite tener un referente del estado y el valor de los SE que brindaba el humedal en el año 2017. Este tipo de valoraciones permiten aminorar la pérdida de SE y propicia el desarrollo de programas de restauración, conservación y protección. Sin embargo, es preciso realizar investigaciones detalladas de las relaciones existentes entre los SE y el medio donde se desarrollan.

Se debe considerar también que actualmente no se conoce a plenitud el nivel de degradación de los SE que ofrece el humedal Tibanica. Esto se debe a la poca intervención institucional y académica para la generación de información de los aspectos ecológicos, demográficos, culturales, arqueológicos, económicos, hidráulicos e hidrológicos, entre otros, que determinan dicha condición de degradación. Por lo tanto, la valoración económica realizada en esta investigación constituye un primer peldaño hacia la mejora en la toma de decisiones de ordenamiento y planificación territorial, no solo del humedal sino también de la localidad de Bosa.

## **Conclusiones**

La metodología implementada permitió evidenciar las interacciones (positivas y negativas) que se dan entre los componentes social, económico y natural, causantes de generar cambios o transformaciones en el interior de este ecosistema. A partir de esta, de los 22 SE identificados que ofrecía en el humedal durante la estación seca del 2017, solo 3 fueron clasificados como de alta importancia. A partir de esto, se concluye que la oferta de SE de Tibanica es menor a la esperada para un ecosistema de humedal. No obstante, Tibanica ofrece los principales servicios que caracterizan a este tipo de ecosistemas.

Los servicios ecosistémicos más importantes que brindaba el humedal Tibanica en el año 2017 fueron: control de erosión, abastecimiento de agua y provisión de hábitat. El valor monetario estimado de estos tres servicios fue de 111.557,14 USD/a. Se debe tener en cuenta que dicho valor es una aproximación al valor real económico de estos servicios.

Asimismo, se deben priorizar esfuerzos e investigaciones para desarrollar una valoración de los SE que consideren a profundidad las relaciones que se dan entre estos; y, además, tener en cuenta las valoraciones sociocultural y ecológica, las cuales no fueron incluidas en esta investigación, pero que son necesarias para la toma de decisiones en el ámbito ambiental.

## Referencias

- Agudelo, L., y Correa, F. (2000). Directrices para la gestión ambiental urbano-rural. Medellín: Universidad Nacional-Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia.
- Banco de la República de Colombia. (2018). Tasa de cambio de peso colombiano (TRM). Recuperado de <https://www.banrep.gov.co/es/tasa-cambio-del-peso-colombiano-trm>
- Bergkamp, G., y Orlando, B. (1999). Wetlands and climate change. Exploring collaboration between the Convention on Wetlands and the United Nations Framework Convention on Climate Change. Ramsar: World Conservation Unión (IUCN).
- Cadena, J. A., Duque, S. D., y Tovar, R. A. (2018). Valoración económica de los servicios ecosistémicos más significativos del humedal Tibanica, Distrito Capital, en el 2017, teniendo en cuenta relaciones socioambientales (tesis de pregrado). Universidad Manuela Beltrán, Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://www.bit.ly/330SXwF>
- Castañeda, A. C. (2014). Diseño de una metodología para evaluar el estado de los servicios ecosistémicos (tesis de especialización). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.
- Concejo de Bogotá. (8 de diciembre de 1994). Acuerdo 19 de 1994. Por el cual se declaran como reservas ambientales naturales los humedales del Distrito Capital y se dictan otras disposiciones que garanticen su cumplimiento. Recuperado de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjurMantenimiento/normas/Norma1.jsp?i=507>
- Constanza, R., de Groot, R., Braat, L., Kubiszewski, I., Fioramonti, L., Sutton, P., ... Grasso, M. (2017). Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services*, 28, 1–16.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2013). Observatorio de agendas interinstitucionales y conflictos ambientales. Caso de interés: Opsoa-humedal de Tibanica-Soacha. Recuperado de <https://www.observatorioambientalcar.co/vercaso.php?id=23>
- Correa, F. (2006). Valoración económica de ecosistemas estratégicos asociados a fuentes hídricas que abastecen acueductos veredales. *Revista Semestre Económico*, 6(16), 29–48.
- Cruz, E. (2015). Identificación y valoración socioecológica de bienes y servicios ecosistémicos del Humedal La Vaca (Bogotá, Cundinamarca) (tesis de especialización). Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia.
- Delacámara, G. (2008). Análisis económico de externalidades ambientales. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Desvougues, W. H., Naughton, M. C., y Parsons, G. R. (1992). Benefit transfer: Conceptual problems in estimating water quality benefits using existing studies. *Water Resources Research*, 28, 675–683.
- Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB). (2017). Solicitud de información meteorológica de humedales. Recuperado de [https://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/html/swf/revistas/revista\\_hum/HU MEDALES.html](https://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/html/swf/revistas/revista_hum/HU MEDALES.html)
- Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB). (2018). Solicitud de información meteorológica E-2018-143093. Bogotá: EAAB.
- Escobar, I. (2011). Valoración económica de los servicios ecosistémicos que provee el sistema de humedales Kirpas Pinilla La Cuerera ubicado en la ciudad de Villavicencio-Meta (tesis de maestría). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. (2005). Los ecosistemas y el bienestar humano: humedales y agua. Informe de Síntesis. Washington: World Resources Institute.
- Everard, M., McInnes, R. J., y Gouda, H. (2016). Progress with integration of ecosystem services in sustainable drainage systems. En C. A. Booth y S. M. Charlesworth (eds.), *Sustainable Surface Water Management*, pp. 89–105. Chichester: Wiley-Blackwell.
- González, L. R. (2016). Diagnóstico para la valoración de biodiversidad y servicios ecosistémicos del humedal El Burro (tesis de pregrado). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.
- Guerrero, E., Sosa, B., Rodríguez, C., y Del Fresno, C. (2013). Naturaleza transformada y servicios ambientales en la cuenca del Langueyú, Tandil, Argentina. *Revista Estudios Ambientales*, 1(1), 45–66. Recuperado de <https://www.ojs.fch.unicen.edu.ar/index.php/estudios-ambientales/article/view/27>

- Hurtado, N., Ramírez, J. E., y Quintero, Y. (2013). Evaluación ecológica y ambiental del humedal aguas claras, barrio La Alborada (tesis de pregrado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Villavicencio, Colombia.
- Iwan, A., Guerrero, E. M., Romanelli, A., y Bocanegra, E. (2017). Valoración económica de los servicios ecosistémicos de una laguna del sudeste bonaerense (Argentina). *Investigaciones Geográficas*, 68, 173–189. Recuperado de <https://doi.org/10.14198/INGEO2017.68.10>
- Joignant, N. P. (2014). Valoración económica de los servicios ecosistémicos culturales recreativos y etno-culturales del Sistema de Humedales Altoandino o Laguna Roja (comuna de Camarones, Chile): protegiendo un ecosistema sagrado a través del turismo sustentable (tesis de maestría). Universidad de Chile, Chile.
- Kosmus, M., Renner, I., y Ullrich, S. (2012). Integración de los servicios ecosistémicos en la planificación del desarrollo: un enfoque sistemático en pasos para profesionales basado en TEEB. Bonn y Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.
- Lara-Pulido, J. A., Guevara-Sanginés, A., y Arias-Martelo, C. (2018). Meta-analysis of economic valuation of ecosystem services in Mexico. *Ecosystem Services*, 31, 126–141.
- Larreta, P., Martín-López, B., Mastrángelo, M., y Garibaldi, L. A. (2017). Servicios ecosistémicos en Latinoamérica: de la investigación a la acción. *Ecología Austral*, 27(1), supl. 1. Recuperado de [https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1667-782X2017000200001&lng=es&ctlng=es](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1667-782X2017000200001&lng=es&ctlng=es)
- McInnes, R. J., y Everard, M. (2017). Rapid assessment of wetland ecosystem services (RAWES): An example from Colombo, Sri Lanka. *Ecosystem Services*, 25, 89–105.
- Osorio, J. (2006). El método de transferencia de beneficios para la valoración económica de servicios ambientales: estado de arte y aplicaciones. *Semestre Económico*, 9(18), 107–124.
- Pérez, G. (2001). Modelo para evaluar la erosión hídrica en Colombia utilizando sistemas de información geográfica (tesis de especialización). Universidad Industrial de Santander, Bogotá, Colombia.
- Ricaurte, L. F., Olaya-Rodríguez, M. H., Cepeda-Valencia, J., Lara, D., Arroyave-Suárez, J., Finlayson, M., y Palomo, I. (2017). Future impacts of drivers of change on wetland ecosystem services in Colombia. *Global Environmental Change*, 44, 158–169.
- Sánchez, A. (2008). Valoración económica, a través del método de coste de enfermedad, de las ERA's presentes en los niños menores de cinco años de tres barrios de la localidad de Bosa, producidas por la contaminación del humedal de Tibanica (tesis de doctorado). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Schosinsky, G. (2006). Cálculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos. *Revista Geológica de América Central*, 34-35, 3–30.
- Schosinsky, G., y Losilla, M. (2000). Modelo analítico para determinar la infiltración con base en la lluvia mensual. *Revista Geológica de América Central*, 23, 43–55.
- Secretaría Distrital de Ambiente (SDA). (2009). Plan de acción ambiental del parque ecológico distrital humedal Tibanica. Bogotá: Secretaría Distrital de Ambiente.
- Sistema de Parques Nacionales Naturales (SPNN). (2017). Informe de rendición de cuentas del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Bogotá: SPNN.
- Stolk, M. E., Verweij, P. A., Stuij, M., Baker, C. J., y Oosterberg, W. (2006). Valoración socioeconómica de los humedales en América Latina y el Caribe. Países Bajos: Wetlands International.
- The Economics of Ecosystems and Biodiversity. (2010). Mainstreaming the economics of nature: A Synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB. Londres y Washington: Earthscan.
- Vicente, B. (2015). Evaluación de servicios ecosistémicos proporcionados por los humedales artificiales. Aplicación al humedal artificial de Carrícola (Valencia) (tesis de doctorado). Valencia, Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Wischmeyer, W. H., y Smith, D. (1978). Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning. USA: USDA, Science and Education Administration.

Yepes, G. (2015). Servicios ecosistémicos y variables socioambientales determinantes en ecosistemas de humedales altoandinos. Sector El Ocho y páramo de Letras, Manizales, Colombia. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1, 173–179.

## Notas

- \* Artículo de investigación.  
Este artículo es producto del proyecto de investigación Valoración Económica de los Servicios Ecosistémicos más Significativos del Humedal Tibanica (Bogotá, Colombia), Teniendo en Cuenta Relaciones Socioambientales, desarrollado entre 2017 y 2018 por Jenny Alejandra Cadena Gaona, Sergio Duván Duque Yoscuca y Robinson Alfredo Tovar Cortes, como requisito para optar al grado en Ingeniería Ambiental en la Universidad Manuela Beltrán de Bogotá. Fue dirigido por la profesora Tania Marcela Ballesteros Larrotta. La investigación se articula en el grupo de investigación Sistema y Recursos Ambientales Sostenibles (SYRAS) y en las líneas Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, y Evaluación Ambiental.

Licencia Creative Commons CC BY 4.0

*Cómo citar este artículo:* Ballesteros Larrotta, T. M., Cadena Gaona, J. A., Duque Yoscuca, S. D., y Tovar Cortes, R. A. (2019). Valoración económica de los servicios ecosistémicos más importantes que ofrece el humedal Tibanica (Bogotá, Colombia). *Ambiente y Desarrollo*, 23(44). <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd23-44.vese>