



**MODALIDAD INVESTIGACIÓN**

**VALORACIÓN DE LOS HUMEDALES CONTINENTALES NO COSTEROS EN  
COLOMBIA PARA LA PLANEACIÓN, MANEJO Y DESARROLLO  
TERRITORIAL, POR MEDIO DE LOS INDICADORES DE FUNCIÓN DEL  
SERVICIO ECOSISTÉMICO DE SOPORTE DE HÁBITAT Y ECONÓMICO.**

**LUCÍA DEL PILAR GÁFARO SANDOVAL**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
Y ADMINISTRATIVAS  
MAESTRÍA EN POLÍTICA SOCIAL  
SANTIAGO DE CALI**

**2020**

**MODALIDAD INVESTIGACIÓN**

**VALORACIÓN DE LOS HUMEDALES CONTINENTALES NO COSTEROS EN  
COLOMBIA PARA LA PLANEACIÓN, MANEJO Y DESARROLLO  
TERRITORIAL, POR MEDIO DE LOS INDICADORES DE FUNCIÓN DEL  
SERVICIO ECOSISTÉMICO DE SOPORTE DE HÁBITAT Y ECONÓMICO.**

**LUCÍA DEL PILAR GÁFARO SANDOVAL**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título  
de Magíster en Política Social**

**Directores del trabajo de grado: Lya Paola Sierra - Doctora en Economía**

**David Arango Londoño - Magister en Economía Aplicada**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
Y ADMINISTRATIVAS  
MAESTRÍA EN POLÍTICA SOCIAL  
SANTIAGO DE CALI**

**2020**

Santiago de Cali, 13 de diciembre de 2021

Doctor

Silvio Borrero Caldas PhD

Decano

Facultad De Ciencias Económicas y Administrativas

Pontificia Universidad Javeriana

La Ciudad

Por medio de la presente estoy entregando a usted el Trabajo de Grado cuyo título es **“Valoración de los humedales continentales no costeros en Colombia para la planeación, manejo y desarrollo territorial, por medio de los indicadores de función del servicio ecosistémico de soporte de hábitat y económico”**.

Espero que este Trabajo cumpla con los requisitos académicos exigidos y que alcance el propósito para el cual fue elaborado.

Atentamente



---

Lucía del Pilar Gáfaros Sandoval  
C.C. 1019046836

Santiago de Cali, 13 de diciembre de 2020

Doctor

Silvio Borrero Caldas PhD

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Pontificia Universidad Javeriana

La Ciudad

Por medio de la presente me permito comunicarle, que en mi calidad de director de trabajo de grado he leído detenidamente el informe final del estudio titulado “**Valoración de los humedales continentales no costeros en Colombia para la planeación, manejo y desarrollo territorial, por medio de los indicadores de función del servicio ecosistémico de soporte de hábitat y económico**”, realizado por la estudiante de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad Javeriana nombres: Lucía del Pilar Gáfaró Sandoval cédula 1019046835 , y considero que cumple con todos los requisitos requeridos para ser presentada a evaluación.

Atentamente,



---

Lya Paola Sierra PhD  
Directora del Trabajo de Grado



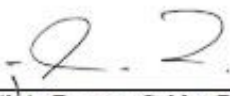
---

David Arango Londoño MSc  
Codirector del Trabajo de Grado

ARTÍCULO 23 de la resolución N° 13 de julio 6 de 1946

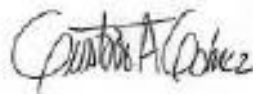
“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de Tesis. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y porque la Tesis no contenga ataques o polémicas puramente personales; antes bien, se vea en ellas al anhelo de buscar la Verdad y la Justicia”.

**“Valoración de los humedales continentales no costeros en Colombia para la planeación, manejo y desarrollo territorial, por medio de los indicadores de función del servicio ecosistémico de soporte de hábitat y económico”.** Aprobado por el Comité de Trabajos de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Pontificia Universidad Javeriana para optar por el título de Magíster en Política Social.

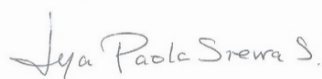
  
 \_\_\_\_\_  
 Silvio Borrero Caldas PhD  
 Decano  
 Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

  
 \_\_\_\_\_

Ana María Osorio PhD.  
 Director Adjunto  
 Maestría en Política Social

  
 \_\_\_\_\_

Gustavo Adolfo Gómez PhD  
 Jurado

  
 \_\_\_\_\_

Lya Paola Sierra PhD.  
 Director del Trabajo de Grado

  
 \_\_\_\_\_

David Arando Londoño MsC.  
 Codirector del Trabajo de Grado

## Contenido

Resumen	9
1. Introducción	9
2. Marco Conceptual	11
2.1 Los humedales y sus servicios ecosistémicos	11
2.2 Valoración de humedales	14
2.2.1 Valoración por medio de indicadores de función del servicio ecosistémico de soporte de hábitat de humedales.	14
2.2.2 Valoración económica de humedales.	15
2.3 Los humedales dentro de la agenda de Desarrollo Sostenible	16
3. Metodología	19
3.1 Área de estudio	19
3.2 Indicadores	22
3.2.1 Medición de los Indicadores de Función (IF) del Servicio Ecosistémico (SE) de soporte de hábitat:	23
3.2.2 Indicador económico	24
4. Resultados	26
4.1 Indicadores de Función del servicio ecosistémico de soporte de hábitat	26
4.2 Indicador económico	29
5. Análisis de resultados	30
6. Conclusiones	32
7. Agradecimientos	33
8. Bibliografía	33
ANEXO A. Tabla de los cuatro indicadores de humedales continentales no costeros en Colombia por departamento.	40
ANEXO B. Áreas totales de humedal por departamento y valor económico total de los humedales por departamento.	41



## **Valoración de los humedales continentales no costeros en Colombia para la planeación, manejo y desarrollo territorial, por medio de indicadores de función del servicio ecosistémico de soporte de hábitat y económico.**

### **Resumen**

Los humedales son ecosistemas estratégicos que integran dinámicas ambientales y socioculturales a escala local y global debido, en parte, a sus múltiples beneficios tanto para la sociedad, la economía como para el bienestar humano (MEA, 2005). La rápida transformación de las áreas de humedal en el último siglo llevó a la pérdida de casi el 60% de estos, y en Colombia a cerca del 25% (MEA, 2005; Patiño, 2016). Estudios recientes han presentado informes sobre la influencia de la pérdida de hábitat de ecosistemas de humedal en la disminución poblacional de especies de agua dulce con especial rapidez en Latinoamérica y el caribe (WWF, 2020). Es así como, la creación de herramientas de valoración espacial de servicios ecosistémicos es indispensable para acompañar los procesos de toma de decisiones político administrativa en torno al capital natural de los territorios (Varin et al., 2019). En este estudio se valoró espacialmente el servicio ecosistémico de soporte de hábitat de humedales continentales no costeros en Colombia, por medio de tres indicadores de función del mismo: barrera antrópica, heterogeneidad natural y conectividad (Varin et al., 2019); adicionalmente se midió el indicador económico (Chaikumbung et al., 2016). A partir de los datos obtenidos se generaron unos mapas donde es posible evidenciar cada uno de los indicadores en todo el territorio nacional. Los departamentos de Bolívar y Chocó presentan los mayores valores de conectividad, mientras que los departamentos ubicados a lo largo de la cordillera de los andes presentan un mayor valor en el indicador de barrera antrópica, así como de heterogeneidad natural. Frente al indicador económico, nuevamente sus valores son mayores en los departamentos de la región andina y presenta un mayor valor en el departamento de La Guajira (\$4,171,942.40/Ha). A partir de esta herramienta espacial, fue posible ver el estado a nivel departamental de los tres indicadores de función del servicio ecosistémico de soporte de hábitat y económico de los humedales continentales no costeros en Colombia; esto permite identificar las zonas críticas para implementar acciones de desarrollo regional o local en torno a estos ecosistemas, que sean coherentes con los resultados obtenidos.

**Palabras Claves:** humedales, indicadores de función, Servicios ecosistémicos, soporte de hábitat, ODS Colombia.

### **1. Introducción**

Todos los ecosistemas del planeta tanto terrestres como acuáticos, proveen servicios ecosistémicos que benefician a los seres humanos. Por este motivo, es indispensable tanto la identificación de los mismos, como la creación de herramientas que permitan su análisis, cuantificación y seguimiento (Costanza & Daly, 1992).

Como elementos para la gestión del territorio, estas herramientas permiten la priorización y valoración de áreas para el desarrollo sostenible de las distintas actividades económicas. Por el contrario, los planes de manejo que no cuentan con ellas, promueven la reducción o pérdida de los ecosistemas; esto desencadena a su vez, afectaciones sobre las funciones ecológicas como la pérdida de hábitat o la reducción de la biodiversidad (Varin et

al., 2019)

Los humedales son ecosistemas de gran importancia por su capacidad para almacenar agua y capturar contaminantes, funciones significativas para mitigar inundaciones y para la purificación del agua (Percy et al., 2005). Así mismo, son territorios donde convergen dinámicas culturales, sociales y económicas intensas. A pesar de su importancia, y los bienes y servicios que proveen a la sociedad, en las últimas décadas los humedales en Colombia han venido sufriendo grandes transformaciones, que han llevado a la pérdida de cerca de la cuarta parte de la superficie de estos ecosistemas (Patiño, 2016).

Debido a lo anterior, la identificación de los servicios ecosistémicos (SE) de los humedales en Colombia y su seguimiento mediante indicadores, constituye una herramienta para contribuir a su conservación y garantiza la preservación de los beneficios que estos proveen a los seres humanos (Varin et al., 2019).

Según recientes informes presentados en el Fondo Mundial para la naturaleza (WWF por sus siglas en inglés), a pesar de la importancia ecológica y económica, las poblaciones de especies de agua dulce están disminuyendo a un ritmo acelerado principalmente en las regiones latinoamericana y del caribe en las que casi una de cada tres especies dulceacuícolas se encuentra en estado de amenaza. Esta disminución poblacional creciente se debe en parte a la pérdida de hábitat en ecosistemas de humedal y en los ríos, sobre todo en zonas de gran presencia del ser humano WWF, (2020).

El presente trabajo tiene como objetivo desarrollar una herramienta de análisis espacial para evaluar en Colombia, uno de los servicios ecosistémicos más importantes registrados que se conocen en la literatura: el de **soporte de hábitat** para la biodiversidad. Así mismo, se pretende construir un **indicador económico** de valoración de estos a nivel departamental, para tener un acercamiento desde la división político-administrativa en la que están inmersos estos ecosistemas.

Para el análisis del soporte de hábitat en los humedales de Colombia, se construyeron tres indicadores de función: conectividad del humedal, barrera antrópica y heterogeneidad natural, descritos en el estudio de Varin et al., (2019). Por otro lado, se midió el valor económico de los humedales continentales no costeros a nivel de departamento, por medio de la transferencia de beneficios que se presenta en el estudio de metaanálisis de valoración de humedales para países en desarrollo (Chaikumbung et al., 2016). Se generaron los mapas para cada uno de los indicadores, con el fin de identificar los departamentos con zonas de humedal que requieren mayor atención para su manejo.

Por la relevancia que tiene la conservación de los ecosistemas de humedal gracias a los beneficios que presta a la humanidad, este estudio se sitúa como un aspecto de importancia dentro de la agenda de cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), trazada por las naciones unidas en el año 2012 en acuerdo con los países miembros, alrededor de tres pilares enfocados en la sostenibilidad: social, económico y ambiental (Sachs, 2015).

Si bien, las dos últimas administraciones en Colombia han trabajado de manera continua en todos los ODS con la visión de acercarse a su cumplimiento en el año 2030, en

22 de las 169 metas totales de los ODS se presentan vacíos de información, sobre todo, en las metas relacionadas con el recurso hídrico y los ecosistemas dentro de las que se resaltan (Departamento Nacional de Planeación, 2020): 6.6. *Proteger y restaurar los ecosistemas hídricos de agua dulce*, 12.a. *Fortalecer la capacidad científica y tecnológica de los países en desarrollo*, 13.3. *Construir conocimientos y capacidades para enfrentar los desafíos del cambio climático*, 13.b. *Promover mecanismos para aumentar la capacidad de planeación y gestión*, 14.2. *Proteger y restaurar los ecosistemas*, 15.9. *Integrar el ecosistema y la biodiversidad en la planeación gubernamental*.

La mayoría de estas metas requieren esfuerzos globales para su cumplimiento, sin embargo, la ausencia de indicadores locales que permitan avanzar en la ejecución de estrategias para realizar programas, planes y proyectos alrededor de las mismas, es un camino que retrasa al país en su misión de lograr los ODS en la próxima década.

De esta manera, los indicadores del SE de soporte de hábitat de humedal que se miden en este trabajo son una herramienta para lograr un acercamiento a metas tanto nacionales como regionales en materia socio ambiental, lo cual hacen de este estudio un insumo que aporta al cumplimiento de la agenda de los ODS.

Aunque en la última década, en Colombia se han realizado estudios sobre criterios para la delimitación de humedales continentales, así como el mapeo de estos y sobre su grado de degradación (véase, por ejemplo, los trabajos de Ricaurte, et al., 2013, Patiño, 2016; Vilarly et. Al 2014 y Ricaurte et al., 2017), no se han creado indicadores espaciales de SE, siendo este un vacío en la literatura que se espera llenar con este trabajo.

A continuación, se presenta en primer lugar un marco conceptual y revisión literaria que reúne los estudios sobre los servicios ecosistémicos de los humedales en Colombia y el mundo, así como su valoración económica y sobre la importancia de estos en la agenda de desarrollo sostenible como un componente que aporta al bienestar dentro de la política social.

Posteriormente, se abordará la metodología utilizada para la creación de los indicadores de función y para el indicador económico de los humedales y se presentarán los resultados de cada indicador por medio de mapas. Por último, se realizará un análisis de los resultados obtenidos y se presentarán las conclusiones, previo a las referencias citadas en el documento.

## **2. Marco Conceptual**

### **2.1 Los humedales y sus servicios ecosistémicos**

Los humedales son ecosistemas con características propias que se sitúan en las zonas de transición entre el medio terrestre y el medio acuático (Fournier et al., 2013); así mismo, los humedales se encuentran entre condiciones hidrológicas y geográficas que permiten la acumulación de agua continua o periódicamente por un tiempo tal que permita el crecimiento de organismos adaptados a estas condiciones (Sandra P. Vilarly, Úrsula Jaramillo, Carlos Flórez, Jimena Cortés-Duque, Lina Estupiñán, Jerónimo Rodríguez, Oscar Acevedo, Wveimar Samacá, Ana Carolina Santos, 2014). En este sentido, estos ecosistemas pueden

encontrarse en zonas costeras, como manglares y estuarios, o continentales como, lagos, ríos y planicies de inundación entre otros (RAMSAR, 2015).

De igual manera, estos ecosistemas pueden albergar especies de fauna y flora adaptadas a ambientes semiacuáticos y a suelos semihúmedos, con amplios rangos de resistencia a distintas condiciones de humedad, temperatura y evapotranspiración (Fournier et al., 2013).

Estas características bióticas y abióticas, hacen de los humedales ecosistemas altamente productivos que cumplen un papel ecológico fundamental en el reciclaje de materia orgánica, así como una función importante en relación con el ciclo hidrológico global (Russi D., ten Brink P., Farmer A. & T., Coates D., Förster J., 2013).

Debido a la importancia que tienen estos ecosistemas para la sociedad por su disponibilidad de agua, alimento y energía, la conferencia de las naciones unidas para el desarrollo sostenible de 2012 resaltó la prioridad que tiene la planeación y el manejo territorial alrededor del recurso hídrico y a su vez, la preservación de los ecosistemas que soportan la prevalencia del mismo (Russi D., ten Brink P., Farmer A. & T., Coates D., Förster J., 2013).

En relación con lo anterior, es fundamental la creación de herramientas que apoyen la evaluación de los SE relacionados con el recurso hídrico; los (SE) son los bienes y servicios que obtienen los seres humanos de los ecosistemas y que a su vez generan bienestar a las personas (Costanza et al., 2017; Costanza et al., 2014). Estos SE son componentes indispensables para garantizar y mantener la vida, ya que están soportados en el capital natural que comprende los suelos, el agua y la biodiversidad del planeta (Peter Kareiva, Heather Tallis, Taylor H. Ricketts, Gretchen C. Daily, 2011)

Los SE pueden clasificarse en cuatro grupos: **aprovisionamiento, regulación, soporte y culturales**. Esta clasificación tuvo origen desde una visión antropogénica que se desarrolló desde finales de los años noventa y que abrió el espacio para resaltar la importancia del beneficio aportado por los ecosistemas a la sociedad (Costanza et al., 2017; de Groot et al., 2012)

Dentro de los distintos beneficios que proveen para el bienestar humano y para la mitigación de la pobreza los humedales, así como todos los ecosistemas del planeta, (MEA, 2005), se encuentran principalmente el control de inundaciones, la captura de contaminantes, el soporte de hábitat para aves migratorias y un lugar sagrado dentro de la cosmovisión de algunos pueblos étnicos (Percy et al., 2005; Russi D., ten Brink P., Farmer A. & T., Coates D., Förster J., 2013).

A pesar de su relevancia, la medición de los SE de humedales presenta grandes retos sobre todo en relación a la creación de herramientas que permitan el monitoreo espacial de los mismos; para esta medida, es importante identificar los indicadores de función (métricas que miden los componentes espaciales y estructurales de un ecosistema), que conforman cada servicio ecosistémico (Fournier et al., 2013; Varin et al., 2019).

Uno de los estudios más recientes sobre la identificación, mapeo y creación de indicadores de SE de humedales es el presentado por Varin et. al, (2019). Estos autores crean

una herramienta de evaluación espaciotemporal (mapas) de indicadores de SE para la cuenca del río Yamaska en Quebec, Canadá; a través de la cuantificación y mapeo de la conectividad, barrera antrópica, heterogeneidad natural y un indicador económico, a nivel de cuenca y microcuenca, se presenta un panorama del estado actual del servicio ecosistémico de soporte de hábitat del ecosistema en esta área.

Así mismo en este estudio, la valoración hace énfasis en la medición de los indicadores mencionados previamente, en un escenario previo (en 1984), actual y una estimación a futuro (2050, con un escenario pesimista y otro optimista), bajo condiciones de uso del suelo iguales a las presentes versus condiciones de menor presión sobre el humedal (Varin et al., 2019).

Otro estudio enfocado en la medición y monitoreo de SE de humedal es el presentado por Fournier et al., (2013), en el que se utilizan herramientas de análisis hidrológico, económico y espacial de los SE de los humedales en la zona de Saint Laurent en Canadá, como herramientas de adaptación al cambio climático.

Así mismo, existen grandes aportes académicos y de algunas entidades estatales sobre el manejo y monitoreo de indicadores de función de los humedales sobre todo en países de Norteamérica, China y Europa, todos resaltando la importancia que tienen estas herramientas para la toma de decisiones de uso y manejo (Adamus et al., 1992; Cedfeldt et al., 2000; Dramstad et al., 2006; Fahrig, 2001; Hoeltje & Cole, 2009; Kennedy et al., 2003; Kindlmann & Burel, 2008; Nielsen et al., 2012).

La preocupación por estudiar los humedales en Colombia surge a partir del periodo de fuertes lluvias ocasionado por el fenómeno meteorológico de la Niña en el año 2010 y 2011. En este año, se buscó de manera prioritaria la identificación de las zonas de humedales en el país como un apoyo a las políticas de ordenamiento territorial, así como los posibles usos del suelo que generaban presión sobre esos ecosistemas (Patiño, 2016).

Posteriores estudios sobre estos ecosistemas en Colombia, se centraron en análisis participativos de identificación y mapeo de los SE (L. F. Ricaurte et al., 2017) y en la identificación de patrones de cambio directos sobre los humedales (L. Ricaurte et al., 2014). De igual manera, en otros estudios de relevancia sobre el tema, se realizan análisis espaciales sobre la transformación de humedales continentales en Colombia (Patiño, 2016).

A nivel nacional, en Colombia no se han llevado a cabo estudios que evalúen el impacto de los SE de humedal en la prevención de desastres naturales, sin embargo, a escala global se han realizado investigaciones sobre el control de inundaciones y prevención de fenómenos naturales costeros a partir de escenarios simulados de pérdida de los humedales frente a la conservación de los mismos y sobre los costos que implican las pérdidas económicas y humanas de estos fenómenos (E P A Wetland, 2006; Kamble et al., 2012).

## 2.2 Valoración de humedales

### 2.2.1 Valoración por medio de indicadores de función del servicio ecosistémico de soporte de hábitat de humedales.

Los complejos procesos que se llevan a cabo dentro de un ecosistema en términos biofísicos y a través de las interacciones de sus componentes, se denominan **funciones ecosistémicas**. Dichas funciones permiten que los ecosistemas además de mantenerse en el tiempo, provean servicios para la sociedad, aun cuando estos sean percibidos de manera directa o indirecta por el ser humano (de Groot et al., 2012).

Debido a la importancia de las funciones ecosistémicas y de los beneficios económicos que estas generan para el hombre, se comienza a dar valor a estos procesos que soportan la vida humana. En este sentido, se vuelve primordial la creación, valoración y seguimiento de estas funciones por medio de indicadores puntuales.

En los ecosistemas de humedal se ha destacado en la literatura la importancia del servicio ecosistémico de soporte de hábitat (E P A Wetland, 2006; RAMSAR, 2015; Varin et al., 2019), motivo por el cual en este estudio se crearon tres indicadores de función que contribuyen a este servicio prestado por los humedales que se presentan en la figura 1.

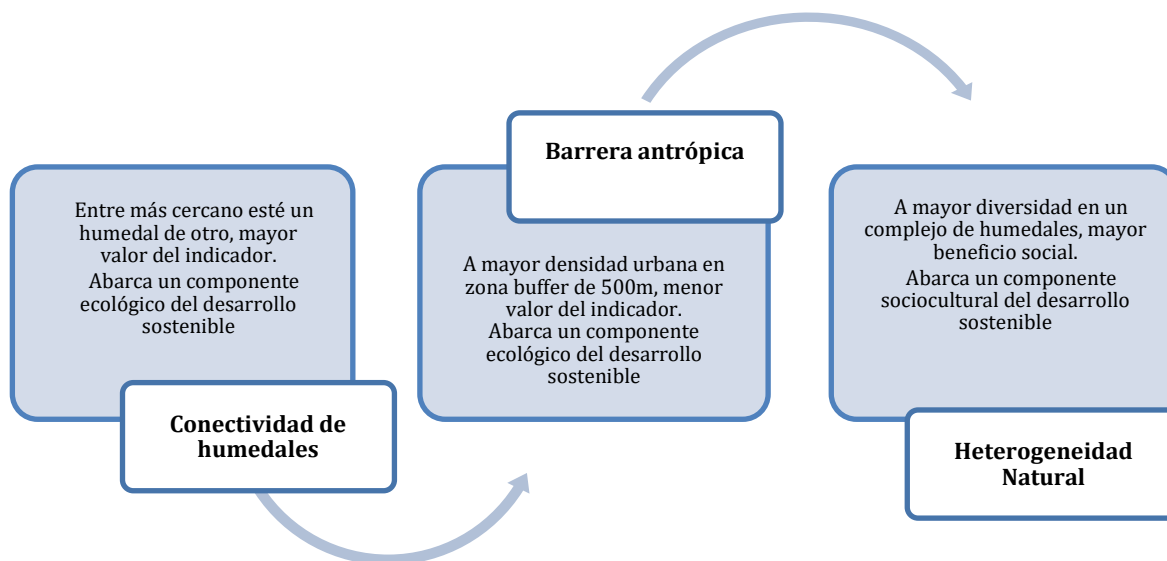


FIGURA 1. Indicadores de función del servicio ecosistémico de soporte de hábitat de humedal. (Construcción propia con base en (Varin et al., 2019)).

El indicador de conectividad de humedales hace referencia a la medida de proximidad de los humedales dentro de una unidad espacial, en este caso, a nivel de departamento. Se ha registrado que humedales separados a menos de 100 metros de distancia, presentan mayor intercambio de especies y aquellos humedales que se encuentran separados menos de 30 metros, son considerados como un complejo de humedales que presenta un mayor soporte de hábitat para la fauna silvestre (Kindlmann & Burel, 2008).

El indicador de barrera antrópica es una medida que representa la presión humana sobre el ecosistema de humedal; este indica que a mayor densidad urbana en una zona buffer de 500 metros, menor es el valor del indicador. Se esperaría que, en territorios menos densamente poblados, el indicador tiene mayor valor (Adamus et al., 1992; Nielsen et al., 2012).

El indicador de heterogeneidad natural es una medida que representa un componente estético del paisaje y, por tanto, es una característica que se relaciona con la preferencia y percepción del ser humano frente al ecosistema. El beneficio social que se atribuye a este indicador aumenta mientras mayor diversidad presente el humedal (Dramstad et al., 2006).

Aunque en la literatura existen otros indicadores de función como, la fragmentación del hábitat, el grado de conectividad de los humedales con las fuentes hídricas y la estética natural de los ecosistemas de humedal (Adamus et al., 1992; Kennedy et al., 2003), que pueden ser medidos y que hacen parte del servicio ecosistémico de soporte de hábitat, en este estudio se adaptaron los indicadores presentados anteriormente debido a que en algunos casos estos otros identifican aspectos similares entre sí, como lo presentan Varin et. al (2019).

### 2.2.2 Valoración económica de humedales.

En la década de los setenta la valoración económica de los bienes y recursos que no estaban contemplados en el mercado empezó a cobrar relevancia debido a la necesidad creciente por encontrar medidas para analizar los costos y beneficios asociados a estos. Para tal propósito, se desarrolló un acercamiento de evaluación desde la economía conocido como **transferencia de beneficios**, una estimación que utiliza datos existentes de investigaciones primarias en otros escenarios distintos, para estimar valores en un caso particular (Champ, 2003).

De acuerdo con el tipo de transferencia que se utiliza, la transferencia de beneficios se puede clasificar en **Valor de transferencia o Función de transferencia**. La primera, consiste en la aplicación directa de datos estadísticos de la investigación original, mientras que la segunda, utiliza la aplicación de una función estadística que está conformada por distintas variables que se tuvieron en cuenta en los estudios utilizados como fuente (Rosenberger & Loomis, 2003).

Las funciones de transferencia suelen tener más precisión que los valores de transferencia debido a que se valen de estudios primarios con una estimación que tiene en cuenta más elementos para su valoración. De igual manera, es importante tener presente que los estudios de transferencias de beneficios incorporan un porcentaje de error que es mayor en las transferencias de valores y que tiende a disminuir en las funciones de transferencia (Rosenberger & Loomis, 2003).

A su vez, las funciones de transferencia se agrupan en dos tipos principalmente: por un lado, están las funciones de demanda (conocidas comúnmente por sus siglas en inglés WTP), las cuales representan la disponibilidad a pagar por algún servicio, en este caso ambiental; a su vez las WTP estiman un valor en el sitio de estudio que está dado por una

función que agrupa características del contexto y también de otras variables explicativas (Champ et al., 2017). En este caso, los valores transferidos deben tener el ajuste correspondiente a las particularidades del sitio de estudio.

Por otro lado, se encuentran las funciones de análisis de metarregresión, las cuales se forman a partir de un análisis de distintos estudios realizados sobre el servicio que se quiere medir (Champ et al., 2017).

Así mismo, la transferencia de beneficios se ha utilizado ampliamente en diferentes contextos de toma de decisiones políticas ya que disminuye los costos y tiempos de realización de un estudio de toma de datos primarios y a su vez, presenta un acercamiento veraz de la valoración requerida de bienes y servicios de no mercado (Rosenberger & Loomis, 2003).

Para la valoración económica de humedales, y de otros bienes y servicios de no mercado en general, se han diferenciado cinco categorías de métodos de valoración que permiten realizar análisis a partir de distintos tipos de información económica: los métodos de **valoración de uso directo** (en referencia a su valor de mercado); métodos de **estimación de costos de pérdida o reemplazos** de algún bien o servicio ecosistémico; método de **preferencias reveladas** de los consumidores; método de **preferencias declaradas** y que se miden a través de simulaciones de encuestas de mercado. Por otro lado, están los métodos de **transferencia de beneficios**, los cuales están enfocados en realizar estimaciones a partir de estudios de información primaria con base en los cuatro métodos anteriores (Champ et al., 2017; He et al., 2015).

Esta última, es la metodología que se utiliza con más frecuencia como alternativa de valoración de estos ecosistemas y de los servicios que estos prestan, pues son una opción de menor costo y tiempo (He et al., 2015; Lottici, 2013).

**En este estudio, se adaptó la metodología de función de transferencia**, específicamente una función de demanda para la creación del indicador económico, a partir del estudio realizado por Chaikumbung et. al (2016) en el que se realiza una valoración económica de los humedales de países en desarrollo **por medio de un análisis de metarregresión**. De igual manera, se ajustaron los datos a la disponibilidad de información y se tomaron los valores a nivel de departamento.

### 2.3 Los humedales dentro de la agenda de Desarrollo Sostenible

Como menciona la convención de RAMSAR<sup>1</sup> dentro de su misión de conservar y proteger los humedales a diferentes escalas, esta busca además como otro de sus objetivos, contribuir al logro del desarrollo sostenible de manera global (Ramsar, 2015). En este sentido, la planeación y manejo territorial en torno a estos ecosistemas debe estar orientado

---

<sup>1</sup> La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, también Convención de RAMSAR (ciudad Iraní donde se realizó), es un acuerdo internacional que promueve la conservación y el uso racional de los humedales. Es el único tratado mundial que se centra en un único ecosistema, en este caso, uno que proporciona bienes y servicios esenciales en torno al suministro de agua potable [www.ramsar.org](http://www.ramsar.org).



a integrar el bienestar humano y social con el mantenimiento en el tiempo de los mismos.

Aquí juegan un papel fundamental las decisiones que se ejecuten desde la política social para alcanzar el bienestar conjunto entre el capital social y el capital natural pues, históricamente la sociedad ha desarrollado una interdependencia con los humedales ya que estos han sido y siguen siendo fuente de recursos para la misma (Sandra P. Vilardy, Úrsula Jaramillo, Carlos Flórez, Jimena Cortés-Duque, Lina Estupiñán, Jerónimo Rodríguez, Oscar Acevedo, Wveimar Samacá, Ana Carolina Santos, 2014).

Por un lado, la política social se define como la parte de la política pública que busca reducir las desigualdades, mejorar las condiciones de vida y otorgar bienestar a las personas (Fleury, 2002). Otros autores hacen referencia a la política social como la aplicación metódica de las ciencias sociales para dar respuesta a las demandas que tienen origen en procesos de reproducción de una sociedad que crece a un mayor ritmo que el crecimiento económico (Adelantado et al., 1998; Amenta, 1986).

En la mayoría de los casos el sector de la sociedad, desmercantilizado, es el más vulnerable y con mayores índices de pobreza a su vez asociado a asentamientos territoriales en riesgo de desastres (Adelantado et al., 1998; PNUD, 2015). De igual manera, la política social debe mirar de cerca las cuestiones sociales, que hoy en día, emergen bajo una preocupación por la relación de las sociedades con el ambiente (Fraser, 2015).

Dentro del sistema económico predominante en el mundo, existen unas precondiciones que soportan los sistemas de producción del mismo (Fraser, 2016). En este sentido, el capitalismo tiene sistemas de reproducción social indispensables para tal fin, que no han tenido la importancia que merecen y que acarrear consigo grandes deudas sociales y ambientales (Fraser, 2015).

Así mismo, desde hace casi dos siglos, los modelos de producción han dado por sentado que el capital natural es un proveedor unidireccional del sistema económico, en la medida en que suministre bienes y servicios constantemente sin ningún costo monetario aparente (Fraser, 2015).

Desde una perspectiva ética, conceptual y metodológica que busca garantizar el bienestar al ser humano y a la vez el desarrollo económico, nace el concepto de desarrollo sostenible (DS) en el año 1972 en la conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano (Sachs, 2015).

En aquella conferencia, los líderes mundiales identificaron grandes dificultades para combinar el desarrollo económico con la inclusión social y especialmente, con la sostenibilidad medioambiental. Varias décadas después en la más reciente cumbre de DS de Río de Janeiro en el año 2012, aún se mantenían desafíos enfocados en la construcción de desarrollo a partir de la interacción de cuatro sistemas complejos: *la economía global, las interacciones sociales, los sistemas complejos de la Tierra y la gobernanza* (Sachs, 2015).

Es así como en la cumbre de Río +20 nacen los Objetivos de desarrollo Sostenible (ODS), por medio de los cuales se buscó enfocar el futuro común del planeta. Los ODS son esa herramienta de acción para dirigir las políticas locales inmersas en la agenda global, con base en la cooperación de todos los países miembros de las Naciones Unidas (Sachs, 2015).

En Colombia, los planes nacionales de desarrollo a partir de la fecha de la firma de los ODS, se han guiado en dirección a cumplir estos lineamientos. De los 17 ODS, el país enfrenta grandes retos para cumplir los objetivos relacionados con el agua y el medio ambiente, así como también en los demás objetivos (PNUD Colombia, 2015).

En este sentido, los ODS incluyen preocupaciones que combinan las necesidades ambientales y sociales que se han acumulado a través del tiempo en torno a estas dos esferas, independientemente del crecimiento económico.

Las herramientas de valoración de humedales propuestas en este estudio convergen en la integración del plan de desarrollo nacional con los ODS, a través de una herramienta de análisis espacial que permita contribuir como insumo técnico en el manejo y planeación territorial.

La conservación de los humedales y su buen funcionamiento pueden posibilitar el cumplimiento de los ODS en Colombia, pero puede ser también un limitante si el estado funcional de estos no sigue generando los beneficios habituales, debido a su destrucción.

Como se ha mencionado previamente, los humedales son ecosistemas en donde se pueden observar relaciones culturales, sociales y económicas muy intensas entre los usuarios de los mismos. Por este motivo contribuyen a diferentes ODS, como se presenta a continuación:

- Algunas comunidades rurales tienen como actividad de subsistencia la pesca artesanal que se realiza en ríos y otros cuerpos de agua; en este sentido, los humedales contribuyen al ODS1 (Fin de la Pobreza) al posibilitar el sustento económico para estas poblaciones. Así mismo, otras actividades económicas asociadas a los humedales como el turismo ecológico y el avistamiento de fauna silvestre en estos ecosistemas son una posibilidad real de generación de riqueza para estas comunidades (Percy et al., 2005; PNUD, 2015).
- Distintos estudios sugieren una relación cercana entre la proliferación de enfermedades infecciosas que están asociadas a la pérdida de calidad del agua, en los ecosistemas de humedal (Anthonj et al., 2019; Derne B., Weinstein P., 2015; Horwitz & Finlayson, 2011). Por tanto, el deterioro de este ecosistema puede ver amenazado el cumplimiento del ODS3 (Salud y Bienestar) si el país continúa con el grado de degradación o pérdida de los humedales de años recientes (Patiño, 2016). Por el contrario, la conservación de estos ecosistemas tendrá un impacto directo y positivo en este objetivo. Por otro lado, también existe una cercanía entre la belleza escénica de los humedales frente a la percepción que tienen las personas de estos y del bienestar que generan, así como las actividades de senderismo, turismo ecológico, avistamiento de aves, que contribuyen en el bienestar (Percy et al., 2005; PNUD, 2015).
- Los humedales tienen la capacidad de fijar carbono, sobre todo en las turberas donde se ha identificado un gran almacenamiento de este elemento (Russi et. al., 2013). En este sentido la conservación de los humedales beneficia el cumplimiento del ODS13, Acción por el Clima (Herrera, Fernando Wartenberg,

2016).

- La mayoría de los SE de los humedales están asociados con el agua debido a que son fuentes de esta: regulación en la cantidad de agua superficial y en acuíferos, depuración del agua previo a que es captado por los acueductos y funcionalmente cumplen de manera “gratuita” la labor de las plantas de tratamiento de aguas residuales, PTAR (Russi et al., 2013). En este sentido el buen funcionamiento de los humedales apoya el ODS6, Agua y Saneamiento (PNUD, 2015).

- Las desigualdades sociales tienen que ver, no solo con la distribución del ingreso en la población, sino también con la forma en que se distribuyen los riesgos. Los humedales pueden prevenir los riesgos de las personas de escasos recursos (por ejemplo, las que viven cerca de los ríos) debido a que previene inundaciones o deslizamientos de tierra debido a las sequías (Russi et al., 2013). Si los humedales tienen un mal funcionamiento aumentan la vulnerabilidad de esta población. En este sentido, la conservación de los humedales puede aportar al ODS10, Reducción de las Desigualdades (PNUD, 2015).

- La creación de proyectos comunitarios que permitan la generación de valor económico alrededor de los ecosistemas de humedal, son una herramienta de gran impacto en el ODS16 Paz, Justicia e instituciones fuertes (PNUD, 2015).

- Ante la importancia de los humedales en muchos de los ODS, se hace indispensable la gestión activa de los gobiernos frente a los humedales, los cuales deben estar en la agenda pública de los entes y de esta manera contribuir al ODS17, alianza para lograr los objetivos (PNUD, 2015).

### **3. Metodología**

#### **3.1 Área de estudio**

El área de estudio de este trabajo son los humedales continentales no costeros de toda Colombia (Figura 2). Se trabajó solamente con los humedales no costeros para ajustar la metodología a la presentada para la creación de indicadores de función de soporte de hábitat de estos ecosistemas, en Varin et. al (2019). De igual manera se utilizó la división política de departamentos para el análisis del indicador económico así como de los demás indicadores de soporte de hábitat.

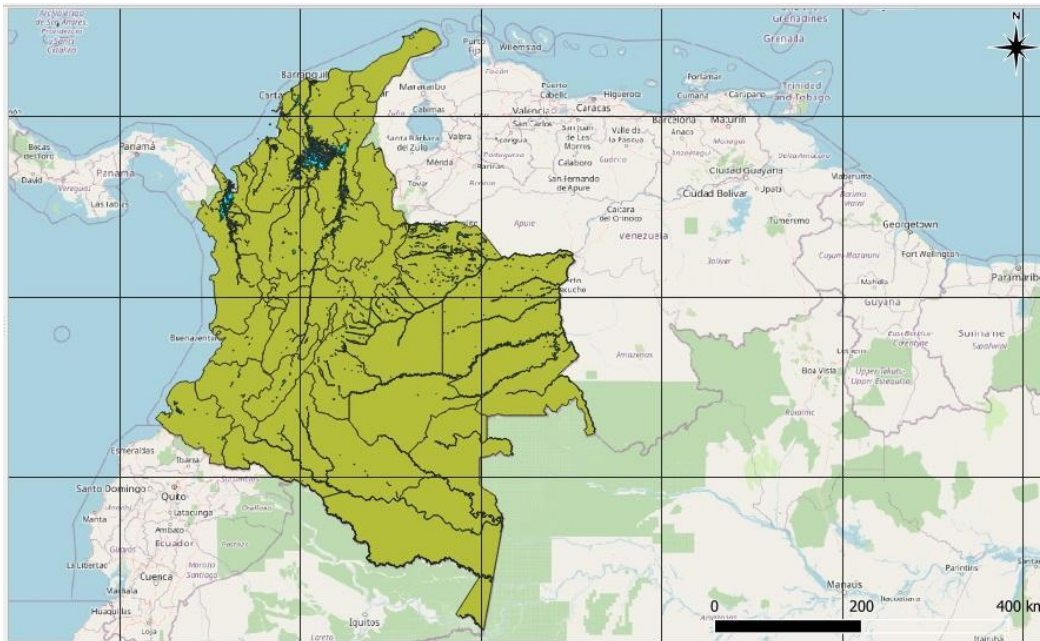


FIGURA 2. Mapa de los humedales continentales no costeros de Colombia. (Elaboración propia con base en cartografía del Humboldt 2012).

Según los criterios de delimitación de los humedales continentales (Vilardy et. al. 2014), en Colombia se tienen 13 tipos de humedales dependiendo de la ubicación geográfica y de las condiciones climáticas de donde se encuentran: lagunas de alta montaña, madre viejas, planicies de inundación, ciénagas, lagunas costeras, salitrales, turberas, esteros morichales, Várzeas e Igapós, manglares, embalses / represas y arrozales, estos dos últimos son humedales de connotación artificial. Para el presente estudio no se tuvieron en cuenta los manglares ni las lagunas costeras.

A pesar de contar con costas en dos océanos y gran cantidad de fuentes hídricas de agua dulce, los esfuerzos en Colombia para estudiar los ecosistemas relacionados con el recurso hídrico han sido pocos, y recaen en su gran mayoría en estudios sobre ecosistemas terrestres (Vilardy et. al. 2014).

En este sentido, solo en la reciente década se han estudiado patrones de transformación de áreas de humedal en el territorio nacional y sobre la tipología de clasificación de cada uno de ellos (Patiño, 2016; Vilardy et al, 2014). Adicionalmente, a pesar del potencial hídrico que tiene el territorio nacional, solo 13 sitios han sido designados como humedales RAMSAR en Colombia, siendo el complejo de humedales del distrito de Bogotá y el complejo de humedales del Alto Río Cauca, los últimos en entrar a esta categoría en el año 2019.

A continuación, se presentan en la figura 3, las áreas de humedales no costeros por departamento en Colombia en donde se puede observar que el departamento de Bolívar (441.241 Ha) en la parte norte del país presenta la mayor cantidad de áreas de humedal continental no costero, seguido por los departamentos de Amazonas (217.035 Ha) y Chocó (216.777 Ha). Los departamentos que presentan menor cantidad de áreas de humedal son

Quindío (0,001 Ha), La Guajira (424 Ha) y Bogotá (80 Ha). Para la medición de los indicadores en el departamento del Quindío, el valor utilizado fue cero debido a que solo se presentó un registro en el departamento con un valor muy pequeño y no permitió cálculos completos.

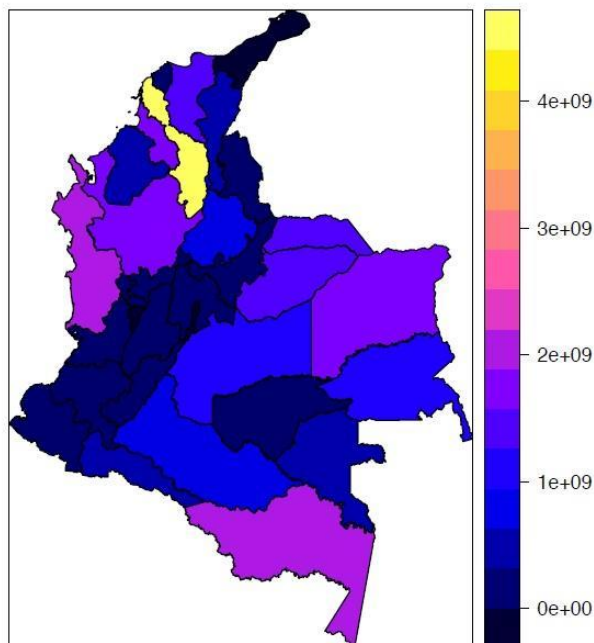
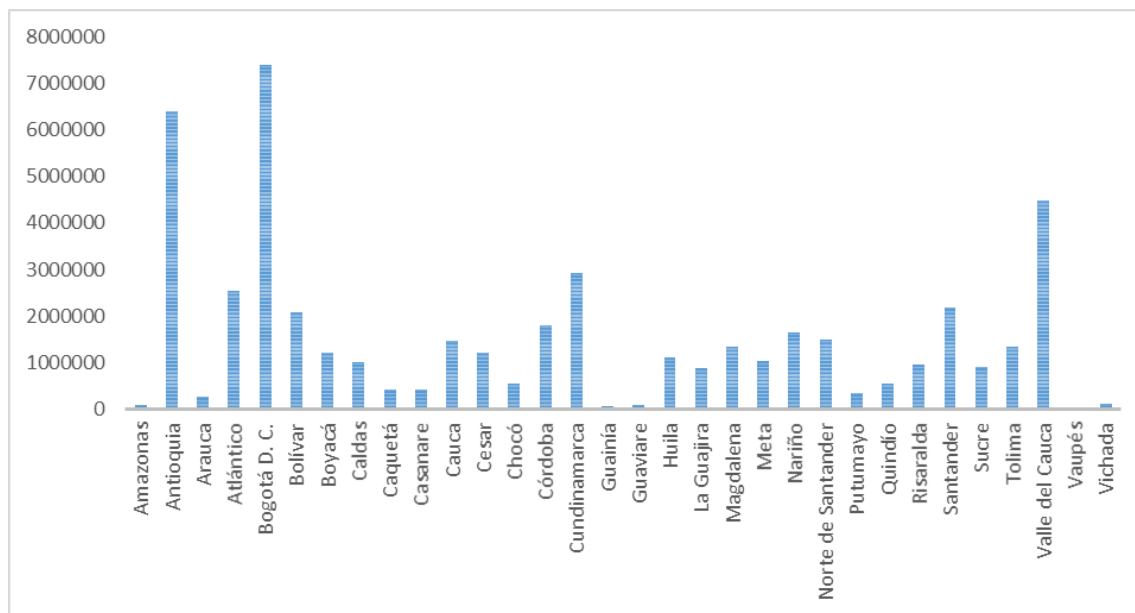


FIGURA 3. MAPA DE LAS ÁREA DE LOS HUMEDALES CONTINENTALES NO COSTEROS EN COLOMBIA.

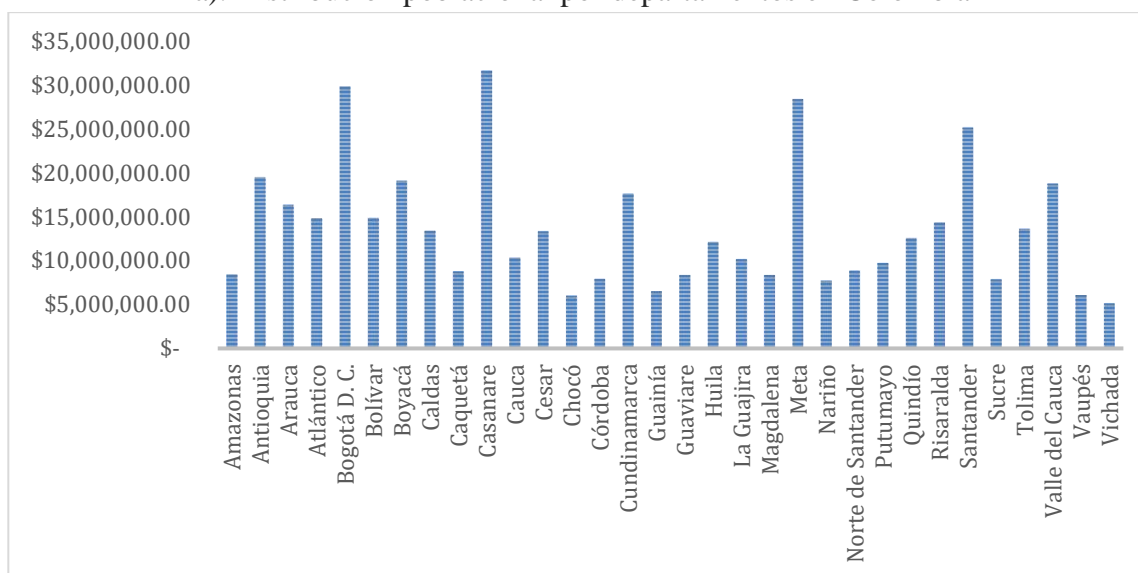
En relación al grado de transformación de humedales en Colombia (Patiño, 2016), actividades como la minería y la ganadería tienen mayor incidencia en el piedemonte llanero, en la costa caribe y en las cuencas de los ríos Cauca y Magdalena, mientras que humedales de la región de la Orinoquía y la Amazonia tienen un menor grado de transformación.

A nivel de distribución población, la mayoría de los asentamientos se encuentran a lo largo de la cordillera de los andes en el territorio nacional, siendo los departamentos de Cundinamarca y Bogotá, así como Antioquia, Santander y Valle del Cauca, los de mayor población (DANE, 2018). Así mismo, se tiene que la poblacional en Colombia se encuentra principalmente en las cabeceras municipales (77,1%), y en menor porcentaje en los centros poblados (7,1%) y rural disperso (15,8%) DANE (2018).

En la figura 4, se presenta en la gráfica a) la distribución de la población y en la gráfica b) el PIB per cápita por departamentos. Se destacan los departamentos Antioquia, Cundinamarca, Valle del Cauca, Cundinamarca y Bogotá D.C. como los más poblados. Por otro lado, en la siguiente gráfica de barras se tienen Bogotá, Antioquia, Cundinamarca, Casanare, Meta, Santander y Valle del Cauca como los departamentos con mayor PIB per cápita.



a). Distribución poblacional por departamentos en Colombia



b) PIB per cápita por departamentos en Colombia

FIGURA 4. GRÁFICAS DE BARRAS DE LA DISTRIBUCIÓN POBLACIONAL Y PIB PER CÁPITA (PRECIOS DE 2018) POR DEPARTAMENTO EN COLOMBIA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN DATOS DEL DANE 2018.

### 3.2 Indicadores

Se utilizaron acercamientos diferentes para la construcción de los indicadores de función del servicio ecosistémico de soporte de hábitat y del indicador económico. Para el primero, se adaptaron al área de estudio y a los datos disponibles, los indicadores de función de este servicio ecosistémico del estudio de (Varin et al 2019); para el segundo, se adaptaron

los resultados del metaanálisis de (Chambung et. al 2016).

### 3.2.1 Medición de los Indicadores de Función (IF) del Servicio Ecosistémico (SE) de soporte de hábitat:

Para la creación de los indicadores de función de soporte de hábitat se utilizó la cartografía de los humedales de Colombia del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt 2012. En R-Studio se realizó primero un corte de los humedales continentales no costeros y luego se realizó la medición de cada indicador.

Se utilizó la capa de humedales de 2012, la cual tiene un total de 3423 registros. Posteriormente, se realizó una selección de los humedales continentales no costeros obteniendo un total de 1846 registros.

Se trabajaron los indicadores de función del servicio ecosistémico de soporte de hábitat (ver tabla 1), a partir de la nueva capa con los humedales seleccionados, en la que se eliminaron los humedales costeros. Para el indicador de barrera antrópica se utilizó la capa de coberturas de asentamientos humanos para los cálculos de parcelas de este tipo dentro de cada departamento.

En el caso del indicador de heterogeneidad natural se utilizó la variable de *Ecosistema* que era la más cercana disponible en los datos, para realizar la medición del indicador.

**TABLA 1.** INDICADORES DE FUNCIÓN DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO DE SOPORTE DE HÁBITAT PARA HUMEDALES CONTINENTALES (MODIFICADO DE VARIN, ET. AL, 2019).

Indicador	Fórmula	Descripción
Conectividad de humedales	$\sum_{i=1}^n \frac{A_i}{D_{ij}^2 + 1} * W$	<p>Distancia Euclidiana entre humedales de un departamento.</p> <p><math>A_i</math>: área del humedal i en m<sup>2</sup></p> <p><math>D_{ij}</math>: Distancia entre el humedal i al humedal j</p> <p><math>W</math> : Proporción del humedal en la cuenca</p> <p>*El denominador se ajustó con un más uno (+1) para usar esta métrica cuando dos o más humedales son vecinos (Cuando la distancia entre ellos es cero 0).</p>
Barrera antrópica	$\sum_{i,j=1}^{n,m} \frac{A_i}{B_j} * P$	<p>Mide el uso humano del suelo en la zona buffer del humedal.</p> <p><math>A_i</math>: área antrópica en m<sup>2</sup></p> <p><math>B_j</math>: Zona buffer del humedal j en m<sup>2</sup></p> <p>n: número de parcelas antrópicas</p> <p>m: número de humedales en la cuenca</p> <p>P: proporción de humedales en la cuenca.</p>

Heterogeneidad natural

$$-\sum_{i=1}^n P_i * \ln (P_i)$$

El índice de diversidad de Shannon usa la proporción de tipos de ecosistemas (coberturas) en el complejo de humedales.

$P_i$ : proporción del tipo de humedales.

\*El signo negativo se utiliza en este índice de Shannon para obtener un valor positivo de diversidad.

El indicador de conectividad de humedales es un posible marcador de los cambios en el paisaje originados por actividades humanas, que conllevan a la fragmentación de los ecosistemas de humedal especialmente. En este sentido, el soporte de hábitat depende de una mayor conectividad entre los remanentes de humedal que permitan una mayor desplazamiento de fauna silvestre (Kindlmann & Burel, 2008). Este indicador es por tanto una métrica del paisaje que representa el grado en el que los organismos se mueven libremente de un área con características similares a otra.

El indicador de barrera antrópica hace referencia en este estudio, a la presencia de asentamientos humanos en cercanía o no del humedal. Entre mayor sea el asentamiento humano mayor el indicador (Nielsen et al., 2012). Se espera que los departamentos con mayor densidad poblacional (departamentos asentados en la región andina), tengan un valor mayor del indicador.

El indicador de diversidad de Shannon toma valor de cero cuando solo hay una especie (Ecosistema en este caso) presente. Por el contrario, toma un valor máximo de 2,718 cuando todos los ecosistemas están representados en igual proporción (Smith, Thomas M.; Smith, 2011).

### 3.2.2 Indicador económico

Para la medición del indicador económico se utilizó la metodología de transferencia de beneficios, específicamente la transferencia por medio de una función de demanda adaptada para el área de estudio, Champ, P., Kevin B. & Brown T. (2003). La función de demanda se conformó a partir de algunas variables del estudio de análisis de metarregresión de valoración económica de humedales en países en desarrollo de Chaikumbung, M., Doucouliagos, H., & Scarborough, H. (2016).

El análisis de metarregresión es un tipo de función de transferencia que resume y sintetiza los resultados de varios estudios. Para llevar a cabo este análisis se puede realizar desde dos acercamientos: Recopilando datos reales de múltiples estudios o por medio de un análisis estadístico (estimaciones de valores) de múltiples estudios (Champ et al., 2017; Rosenberger & Loomis, 2003).

Si bien la medición de valores de transferencia a partir de una metarregresión directa puede dar como resultado valores más precisos, en este trabajo se utilizó una estimación de **función de demanda** a partir un estudio de metarregresión.



En la escogencia del estudio base se valoró el hecho de que el análisis de metarregresión realizado por Chaikumbung et. Al (2016) fue realizado con estudios de valoraciones económicas de humedales con información primaria de países en desarrollo, lo cual es apropiado para el caso colombiano.

La función de demanda se presenta en las siguientes ecuaciones:

$$\ln Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 X_{ij} + \beta_2 W_j + \beta_3 Z_j + \beta_4(1) + \beta_5 \quad (1)$$

$$Y_{ij} = e^{(\text{Valor obtenido para el humedal } j)} \quad (2)$$

Donde: Y = Valor del humedal; i= número del humedal; j= departamento;  $\beta_0$ = valor constante para humedales continentales no costeros;  $\beta_1$ = coeficiente sobre el tamaño del humedal;  $\beta_2$ = coeficiente sobre el PIB del departamento;  $\beta_3$ = coeficiente sobre la densidad poblacional pc del departamento;  $\beta_4$ = coeficiente sobre humedales en Latinoamérica (De acuerdo al estudio del cual se tomaron los valores de los coeficientes para la función de transferencia, cada continente presente en los estudios tiene un valor distinto y en este caso se toma el valor para la ubicación geográfica de Colombia);  $\beta_5$ = coeficiente sobre servicio ecosistémico de soporte de hábitat (en este caso se asumió que este SE, es prestado por todos los humedales del país, ya que además de ser hábitat para especies locales, los humedales colombianos son hábitat estacionario para algunas especies de aves migratorias (Vilardy et. al. 2014));  $X_{ij}$ = área del humedal i en el departamento j;  $W_j$ = PIB pc del departamento j;  $Z_j$ = densidad poblacional del departamento j.

El modelo econométrico presentado en la ecuación (1), se trabajó bajo la hipótesis de que el valor de los humedales está en función del tamaño en hectáreas, del servicio ecosistémico de soporte de hábitat, el PIB per cápita, la densidad poblacional y su ubicación geográfica mundial. De acuerdo con los resultados obtenidos en Chaikumbung et. Al (2016), el tamaño del humedal es una variable estadísticamente significativa en cuanto al valor del humedal pero que a su vez tienen una relación negativa con el mismo, lo cual quiere decir que un aumento en una unidad porcentual del tamaño del humedal lleva a una caída del valor promedio del mismo entre un 0.36% a 0.41%; en este sentido el valor del coeficiente es negativo. Por el contrario, la variable de densidad poblacional tiene un valor menor que a su vez es negativo. En los demás casos los valores de los coeficientes tienen una relación positiva con el valor del humedal.

De este estudio se tomaron los coeficientes de las variables independientes para los humedales continentales no costeros. La ecuación (2) presenta el ajuste matemático del indicador económico.

Para este indicador, se tomaron los datos de la página del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) así como también se tomaron los datos disponibles de las áreas en la capa de humedales del Humboldt 2012.

En la Tabla 2, se presentan los valores de los coeficientes utilizados para correr la función de demanda, así como un ajuste necesario para el cálculo del valor de ellos humedales

en Colombia. El valor esperado para este cálculo está dado en pesos colombianos por hectáreas de humedal por departamento en el año 2018.

**TABLA 2. VALORES UTILIZADOS PARA CALCULAR EL INDICADOR ECONÓMICO. FUENTE CHAIKUMBUNG ET. AL 2016**

Característica	Coefficiente para humedales continentales no costeros	Ajuste	Contribución a la ecuación 1
Constante	6.816	1	6.816
Tamaño	-0.404	El área de humedales en hectáreas, por departamento	
Hábitat para biodiversidad	1.663	1	1.667
PIB per cápita	0.475	PIB per cápita por departamento	0.475 * ajuste departamento
Densidad poblacional	-0.036	Densidad poblacional por departamento	-0.036 * ajuste departamento
Latinoamérica	1.555	1	1.555
	Total		\$/Ha/2018

#### 4. Resultados

A continuación, se presentan las figuras de los mapas con los indicadores de soporte de hábitat y el indicador económico para los humedales continentales no costeros de Colombia. Todos los valores por departamento de los indicadores se presentan en el Anexo A., al final del documento.

##### 4.1 Indicadores de Función del servicio ecosistémico de soporte de hábitat

Los resultados obtenidos para cada uno de los indicadores están ajustados en función logarítmica para una mejor comprensión gráfica de los datos como se presenta en la Figura 5., con un ejemplo de la transformación de los datos del indicador de heterogeneidad natural.

Como se menciona previamente los valores por departamento de cada uno de los indicadores se encuentran en la sección de anexos.

Esta transformación de escala se utiliza para agrupar escalarmente los datos y obtener una mejor visualización en el mapa de cada indicador. En la figura 5, el eje  $x$  representa el logaritmo en base diez de la diversidad de humedales (heterogeneidad natural) y el eje  $y$  es el valor obtenido para este indicador.

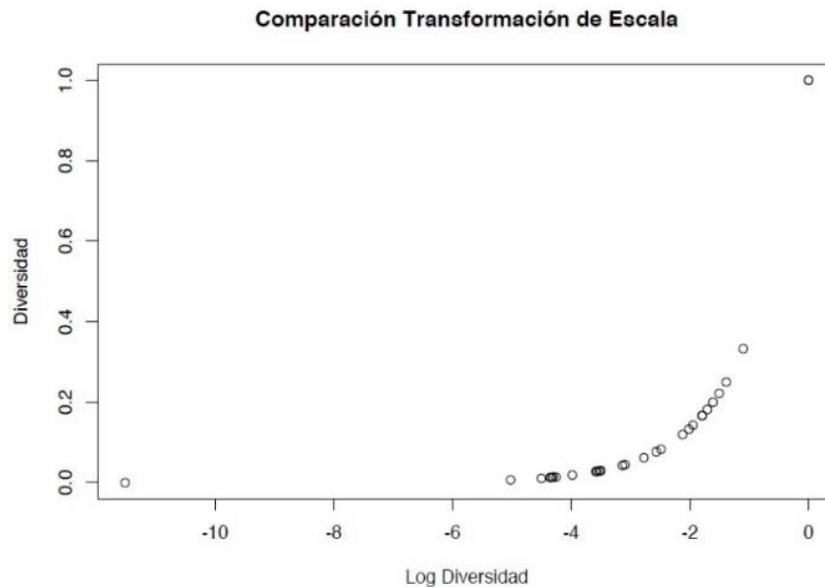


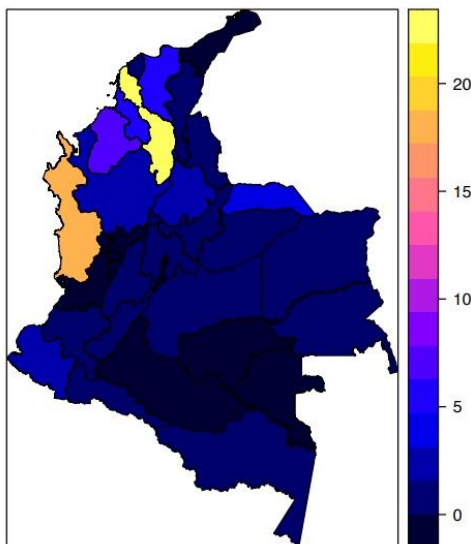
FIGURA 5. TRANSFORMACIÓN DE DATOS DEL INDICADOR DE HETEROGENEIDAD NATURAL A ESCALA LOGARÍTMICA.

En la figura 6, se presentan los mapas de los tres indicadores de función del servicio ecosistémico de soporte de hábitat para los humedales continentales no costeros a nivel de departamento. Para el indicador de conectividad, el color amarillo representa una mayor conectividad entre los humedales mientras que el color azul, representa el valor más bajo de conectividad. En el caso del indicador de barrera antrópica, el color amarillo representa mayor barrera antrópica y el color azul indica menor valor de este, que en este caso hace referencia a asentamientos urbanos, como se explica previamente. Para el indicador de heterogeneidad natural, los valores de mayor heterogeneidad se representan en color amarillo y los de menor en azul.

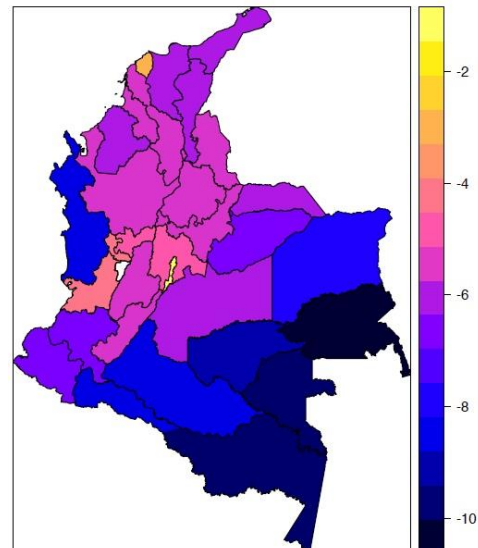
Como se puede observar en la figura 6, tienen alta conectividad los humedales en los departamentos de Bolívar y Chocó, mientras que los departamentos del Valle del Cauca, Risaralda, Quindío La Guajira, Vaupés, Guaviare y Caquetá, presentan una menor conectividad. Esto puede explicarse, por un lado, por la presencia de grandes ríos en estos territorios: ríos Atrato y San Juan en el Chocó y la unión del río Cauca en el Magdalena que forman una gran planicie de inundación en la región caribe. Por el contrario, no sucede lo mismo en los humedales de las cuencas de los ríos Orinoco y Amazonas, que presentan baja

conectividad, lo cual quiere decir que la distancia entre ellos es mayor disminuyendo su funcionalidad como un complejo de humedales.

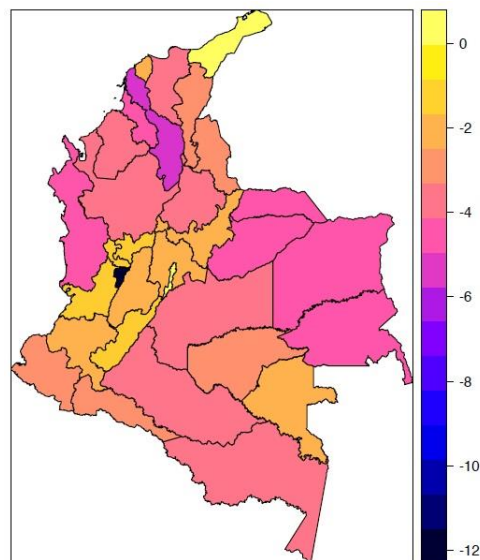
En la figura 6 también se presenta el mapa del indicador de barrera antrópica, en el que se puede observar que un valor mayor de este indicador se presenta en el distrito capital y en el departamento de Atlántico; de igual manera en el mapa se muestran la mayoría de los departamentos más densamente poblados en el país con una mayor incidencia en las áreas de humedal de los mismo: Valle del Cauca, Risaralda, Caldas, Cundinamarca. Seguido a esto se encuentran los departamentos ubicados en la región andina. Por el contrario, se presenta en el mapa que los departamentos de la Orinoquía y de la Amazonia, tienen un valor menor del indicador de barrera antrópica, que en este caso hace referencia a los asentamientos poblacionales en proporción al área de humedal dentro de cada departamento.



**Indicador de Conectividad**



**Indicador de Barrera antrópica**



**Indicador de Heterogeneidad Natural**

FIGURA 6. INDICADORES DE FUNCIÓN DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO DE SOPORTE DE HÁBITAT PARA LOS HUMEDALES CONTINENTALES NO COSTEROS EN COLOMBIA.

Finalmente se presenta el indicador de heterogeneidad natural o diversidad, en el que se presentan valores casi homogéneos para todo el país, donde se destaca principalmente la diversidad de los ecosistemas asociados a los humedales de la región andina, con excepción de la Guajira.

#### 4.2 Indicador económico

En la figura 7 se presenta el mapa del indicador económico (\*) de humedales continentales no costeros en Colombia por departamentos. En este mapa se presentan los departamentos de la región andina como los departamentos cuyos humedales no costeros presentan un valor medio de este indicador.

Por otro lado, La Guajira (\$ 4,171,942.40/Ha), Bogotá (\$ 3,068,105.92/Ha) y Risaralda (\$ 3,908,650.86/Ha) tienen los mayores valores del indicador económico como se presenta en el mapa de la Figura 7. Con los valores más bajos del indicador se encuentran Amazonas (\$ 311,730.88/Ha), Chocó (\$264,180.94/Ha) y Vichada (\$ 264,322.81/Ha). Cabe recordar que este indicador es producto de una función de transferencia de beneficios en la que se tienen como unas de las variables principales el ingreso per cápita, el tamaño del humedal en hectáreas por departamento y la densidad poblacional.

Una posible causa del valor del indicador económico en estos departamentos, es las pocas áreas de humedal que tienen una relación inversa en el valor de humedales, así como un alto PIB per cápita en estos departamentos en comparación con la densidad poblacional.

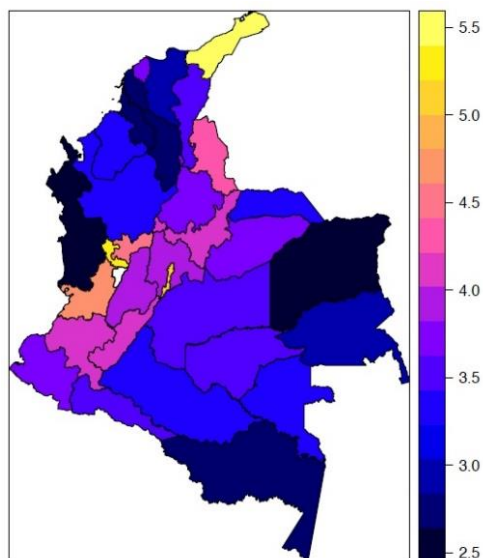


FIGURA 7. INDICADOR ECONÓMICO DE HUMEDALES CONTINENTALES NO COSTEROS EN COLOMBIA.

(\*LOS VALORES DEL MAPA CORRESPONDEN A LA TRANSFORMACIÓN LOGARÍTMICA DE LOS RESULTADOS QUE SE ENCUENTRAN EN EL ANEXO A AL FINALIZAR EL DOCUMENTO).

Aunque el departamento de La Guajira presenta el valor más alto de este indicador (Valor por hectárea de humedal), el valor total del departamento está entre los más bajos en comparación con aquellos que presentan mayor área de humedal dentro de sus límites político-administrativos como, Nariño, Antioquia y Meta (Ver anexo B).

Si bien, Bogotá tiene el segundo valor del indicador de humedal por hectárea, las reducidas áreas de humedal en la ciudad se reflejan en el menor valor económico total. Sin embargo, debido a sus características socioeconómicas el complejo de humedales bogotanos (que no se contabilizó en su totalidad en este estudio), se encuentra incluido en la categoría Ramsar desde el año 2019, ya que es fundamental la conservación de las áreas remanentes de estos ecosistemas sobre todo en grandes centros urbanos.

Departamentos como Amazonas, Chocó y Vichada, cuyas áreas de humedal se encuentran entre las cinco más grandes, presentan los valores totales de humedal más bajos en el país.

## 5. Análisis de resultados

Los valores del indicador de conectividad de humedales tienen un menor valor donde se presenta un alto valor del indicador de barrera antrópica, sin embargo, el caso del departamento de Bolívar puede explicarse por ser la zona de convergencia del río Cauca y el río Magdalena. Este resultado evidencia zonas claves de manejo de los ecosistemas de

humedal presentes ya que tiene un alto valor ecológico, pues allí se mezclan los sistemas urbano y natural.

El departamento del Chocó presentó el segundo mayor valor del indicador de conectividad, lo cual es un índice positivo para el servicio ecosistémico de soporte de hábitat allí, y que se puede presentar por una menor densidad poblacional. Este departamento cuenta además con características biogeográficas que lo incluyen dentro de la zona de vida de bosque muy húmedo tropical, con precipitaciones entre 5000 y 7000 mm/año, humedad relativa superior al 80% y una temperatura promedio de 28°C, propias del Chocó biogeográfico y catalogado como un *hotspot* de diversidad biológica (Holdridge, 1978). Estas características biofísicas tienen a su vez la presencia de una diversidad cultural ya que ancestralmente tiene presencia de grupos afrodescendientes como de nativos americanos que tienen distintas apropiaciones de su entorno.

Por otro lado, los departamentos de la región del Amazonas y de la Orinoquía, aunque presentan un valor bajo para el índice de barrera antrópica, también presentan un valor bajo para el índice de conectividad de humedales; si bien esto coincide con lo que presenta Patiño (2016) sobre las menores transformaciones en el uso del suelo que se presentan en estas regiones sobre todo por asentamientos poblacionales, los valores bajos del índice de conectividad pueden estar asociados a otro tipo de actividades humanas sobre el territorio, que disminuyen la cercanía entre humedales.

Es de especial interés que los departamentos con mayor densidad poblacional presentan a su vez menores valores para el índice de conectividad natural como lo son Antioquia, Bogotá, Cundinamarca, Valle del Cauca.

El indicador de heterogeneidad natural tiene valores más homogéneos a nivel nacional, aunque se destacan los departamentos de la región andina y la Guajira y Atlántico.

Sobre los datos del indicador económico, estos valores se puede estar subestimando para el valor económico por hectárea de humedal en los departamentos de Colombia, ya que solamente se utilizaron 5 variables (de 34 en el estudios de Chaikumbung et al., 2016) que corresponden a los datos disponibles con los que se trabajó en este estudio.

Para este indicador presentan valores altos los departamentos de la Guajira, Risaralda y Bogotá; le siguen a estos valores los departamentos de la región andina que a su vez son los departamentos con mayor PIB per cápita y más densamente poblados. Estos dos últimos factores tienen un peso adicional en los valores altos del indicador en esta región, aunque no todos estos departamentos tienen grandes áreas de los ecosistemas de humedal.

Por el contrario, los departamentos de Bolívar y Chocó que presentaron valores altos para el indicador de conectividad tienen un valor económico menor por hectárea a nivel departamental. El efecto de la escasez asociado a humedales urbanos y periurbanos aumenta su valor por hectárea de humedal según He. et al (2015).

Así mismo, los humedales rodeados de áreas densamente pobladas y con acceso permitido, así con valores altos de presión ambiental, son percibidas para el disfrute y funciones recreativas lo cual coincide con los valores mayores del indicador económico en los departamentos andinos (Ghermandi et al., 2010). Esto puede ser un motor para impulsar

economías locales en torno a los ecosistemas de humedal, que sean una oportunidad para la generación de ingresos especialmente en los departamentos con valores altos de los indicadores ecológicos pero bajos en el indicador económico. Así mismo, este es un elemento para tener en cuenta en la planeación actual de territorios con valores positivos de los indicadores.

Si bien todos los ecosistemas sobrepasan las fronteras de los límites administrativos, la identificación de herramientas a escala departamental marca un camino a seguir para la planeación sostenible del territorio de la mano de herramientas técnicas que se mantengan en el tiempo.

## **6. Conclusiones**

Este estudio presenta una aproximación espacial a nivel de departamento del estado del indicador económico y de tres indicadores de función del servicio ecosistémico de soporte de hábitat de humedales continentales no costeros en Colombia. Con esta primera lectura de estos indicadores, se presenta también un gran reto frente a la metodología de cuantificación espacial de SE cuya exploración es aún escasa.

Por otro lado, esta herramienta de análisis espacial permite identificar las zonas de importancia ecológica y económica y de esta manera, ser un soporte para la implementación de acciones de desarrollo local y regional en torno a estos ecosistemas que sean coherentes con el estado de sus humedales. A pesar de contar con alrededor de 2 millones de hectáreas de humedales continentales costeros y no costeros, identificadas como sitio Ramsar, no se encuentran los humedales en el departamento de Bolívar, zona importante por la convergencia de los ríos Cauca y Magdalena que debería estar incluida en esta categoría.

Los mapas de los indicadores pueden considerarse como documentos de línea base para profundizar en estudios a una mayor escala sobre los humedales en el país y de esta manera priorizar acuerdos entre entidades administrativas departamentales y locales.

Aunque se encontraron valores altos de conectividad en dos departamentos de Colombia, la gran mayoría de los otros departamentos presentan valores bajos para este indicador del servicio ecosistémico de soporte de hábitat, razón por la cual es importante complementar los planes de manejo de estas áreas de humedal.

La parte norte de la región del Chocó biogeográfico presenta un lugar de grandes oportunidades para la sostenibilidad ambiental, económica y ecológica pues es un lugar con valores altos de los indicadores del servicio ecosistémico de soporte de hábitat y es importante fortalecer los esfuerzos en torno al cumplimiento de los ODS en esta parte del país por medio de oportunidades de generación de riqueza a partir de la conservación de los humedales.

La pérdida de funciones de los ecosistemas conlleva a la pérdida de servicios prestados por los mismo y de igual manera afecta de forma sistemática el disfrute de otros servicios asociados a los humedales como el avistamiento de fauna silvestre, la disponibilidad de fuentes de alimento, a su vez, fuentes de sustento económico para poblaciones locales.



Es importante trabajar conjuntamente entre las entidades administrativas sobre amplias regiones del territorio pues en los sistemas ecológicos la conectividad entre los sistemas acuáticos es primordial para la supervivencia de especies de fauna que soportan la vida humana.

Para el manejo y ordenamiento territorial es fundamental el apoyo en herramientas de evaluación espacial, como las presentadas en este documento, para incentivar economías locales que protejan los recursos provenientes de humedales y así encaminar las administraciones hacia la sostenibilidad de la población en el territorio, sobre todo en este momento de transición en la agenda de los ODS con proyección a 10 años.

Si bien sería ideal individualizar cada humedal para el monitoreo de sus indicadores de función, esta sería una labor muy dispendiosa en el corto plazo. Por el contrario, la regulación en torno al uso del suelo alrededor de los humedales, sería una decisión que abarque a estos ecosistemas en general y del mismo modo incluir más áreas en una categoría RAMSAR.

Futuros estudios podrían estar direccionados a profundizar y monitorear el cambio en el tiempo de estos indicadores de soporte de hábitat y económico de los humedales continentales no costeros en Colombia, así como la adición de variables (como la valoración SE para humedales continentales costeros; el tipo de humedal; coberturas de uso del suelo que no se agregaron a esta medición tales como agricultura, ganadería, minería, entre otras ; la diferenciación entre humedales urbanos; sitios Ramsar y áreas protegidas; así como otros servicios ecosistémicos ofrecidos por los mismos) que permitan complementar y enriquecer la precisión de estos.

## 7. Agradecimientos

Los resultados aquí presentados son un esfuerzo conjunto con mis tutores, Lya Sierra y David Arango; su acompañamiento y disposición durante todo este proceso fue indispensable para la culminación de este documento ¡Gracias! Así mismo, agradezco a Ana María Osorio, directora de la maestría en Política Social de la PUJ Cali, quien siempre se mostró solidaria y atenta a cualquier solicitud en este tiempo. Finalmente agradezco a Kaled Garrido Fiallo, por su apoyo incondicional.

## 8. Bibliografía

Adamus, P. R., Stockwell, L. T., Clairain, E. J., Morrow, M. E., Rozas, L. P., & Smith, R. D. (1992). *Wetland Evaluation Technique: Review. October 1991*.

Adelantado, J., Noguera, J. A., Rambla, X., Sáez, L., Adelantado, J., Noguera, J. A., & Saez, L. (1998). Las relaciones entre estructura y política sociales: una propuesta teórica. *Las relaciones entre estructura y política sociales: una propuesta teórica. Revista Mexicana de Sociología, 60(3)*, 123. <https://doi.org/10.2307/3541320>

Amenta, T. S. E. (1986). *Skocpol and Amenta 1986* (p. 28).

Anthony, C., Diekkrüger, B., Borgemeister, C., & Thomas Kistemann. (2019). Health risk

- perceptions and local knowledge of water-related infectious disease exposure among Kenyan wetland communities. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 222(1), 34–48. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2018.08.003>
- Cedfeldt, P. T., Watzin, M. C., & Richardson, B. D. (2000). Using GIS to identify functionally significant wetlands in the Northeastern United States. *Environmental Management*, 26(1), 13–24. <https://doi.org/10.1007/s002670010067>
- Chaikumbung, M., Doucouliagos, H., & Scarborough, H. (2016). The economic value of wetlands in developing countries: A meta-regression analysis. *Ecological Economics*, 124, 164–174. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.01.022>
- Champ, P. A., Boyle, K. J., & Brown, T. C. (2017). The Economics of Non-Market Goods and Resources. In *A Primer on Nonmarket Valuation*. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7104-8>
- Costanza, R., & Daly, H. E. (1992). Society for Conservation Biology Natural Capital and Sustainable Development. *Source: Conservation Biology*, 6(1), 37–46. <http://www.jstor.org/stable/2385849> <http://www.jstor.org/page/info/about/policies/terms.jsp>
- Costanza, R., de Groot, R., Braat, L., Kubiszewski, I., Fioramonti, L., Sutton, P., Farber, S., & 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. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008>
- Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S. J., Kubiszewski, I., Farber, S., & Turner, R. K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 26(1), 152–158. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002>
- de Groot, R., Brander, L., van der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L., Christie, M., Crossman, N., Ghermandi, A., Hein, L., Hussain, S., Kumar, P., McVittie, A., Portela, R., Rodriguez, L. C., ten Brink, P., & van Beukering, P. (2012). Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services*, 1(1), 50–61. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.07.005>
- Derne B., Weinstein P., L. C. (2015). Wetlands as Sites of Exposure to Water-Borne Infectious Diseases. In: Finlayson C., Horwitz P., Weinstein P. (eds) *Wetlands and Human Health*. In *Wetlands: Ecology, Conservation and Management*, vol 5. (pp. 45–74). Springer, Dordrecht. [https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-94-017-9609-5\\_4](https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-94-017-9609-5_4)
- Dramstad, W. E., Tveit, M. S., Fjellstad, W. J., & Fry, G. L. A. (2006). Relationships between visual landscape preferences and map-based indicators of landscape structure. *Landscape and Urban Planning*, 78(4), 465–474. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2005.12.006>
- E P A Wetland. (2006). *Economic Benefits of Wetlands*. 1–4.

papers2://publication/uuid/3D803D9C-745F-48A0-9F7F-F3C99A0A2CD7

- Fahrig, L. (2001). How much habitat is enough? *Biological Conservation*, 100(1), 65–74. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(00\)00208-1](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(00)00208-1)
- Fleury, S. (2002). Políticas Sociales Y Ciudadanía. *Banco Interamericano de Desarrollo, Instituto Interamericano Para El Desarrollo Social (INDES)*, 28.
- Fournier, R., Monique, P., Jean-Pierre, R., Alain, R., & Jérôme, T. (2013). *Outils d'analyses hydrologique, économique et spatiale des services écologiques procurés par les milieux humides des basses terres du Saint-Laurent : adaptations aux changements climatiques. Rapport final.* [http://www.ouranos.ca/media/publication/221\\_RapportFournier2013.pdf](http://www.ouranos.ca/media/publication/221_RapportFournier2013.pdf)
- Fraser, N. (2015). Las contradicciones del capital y sus cuidados. *New Left Review*, 23.
- Ghermandi, A., Van Den Bergh, J. C. J. M., Brander, L. M., De Groot, H. L. F., & Nunes, P. A. L. D. (2010). Values of natural and human-made wetlands: A meta-analysis. *Water Resources Research*, 46(12), 1–12. <https://doi.org/10.1029/2010WR009071>
- He, J., Moffette, F., Fournier, R., Revéret, J. P., Théau, J., Dupras, J., Boyer, J. P., & Varin, M. (2015). Meta-analysis for the transfer of economic benefits of ecosystem services provided by wetlands within two watersheds in Quebec, Canada. *Wetlands Ecology and Management*, 23(4), 707–725. <https://doi.org/10.1007/s11273-015-9414-6>
- Herrera, Fernando Wartenberg, L. (2016). Objetivos de Desarrollo. In *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD*,. <http://www.undp.org/>
- Hoeltje, S. M., & Cole, C. A. (2009). Comparison of function of created wetlands of two age classes in central Pennsylvania. *Environmental Management*, 43(4), 597–608. <https://doi.org/10.1007/s00267-008-9180-9>
- Horwitz, P., & Finlayson, C. M. (2011). Wetlands as Settings for Human Health: Incorporating Ecosystem Services and Health Impact Assessment into Water Resource Management. *BioScience*, 61(9), 678–688. <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.9.6>
- Kamble, S., Rashinkar, G., Kumbhar, A., & Salunkhe, R. (2012). Wetlands and Water: Ecosystems and Human Well-being. In *Green Chemistry Letters and Reviews* (Vol. 5, Issue 1). <https://doi.org/10.1080/17518253.2011.584217>
- Kennedy, C., Wilkison, J. B., & Balch, J. (2003). Conservation thresholds for land use planners. *Environmental Law*, 64.
- Kindlmann, P., & Burel, F. (2008). Connectivity measures: A review. *Landscape Ecology*, 23(8), 879–890. <https://doi.org/10.1007/s10980-008-9245-4>
- Lottici, C. G. V. F. & M. (2013). *Socio-economic valuation of the goods and services of the Paraná Delta wetland* (Issue January).

- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, D.C.
- Nielsen, J., Noble, B., & Hill, M. (2012). Wetland assessment and impact mitigation decision support framework for linear development projects: The Louis Riel Trail, Highway 11 North project, Saskatchewan, Canada. *Canadian Geographer*, 56(1), 117–139. <https://doi.org/10.1111/j.1541-0064.2011.00398.x>
- Patiño, J. E. (2016). Análisis espacial cuantitativo de la transformación de humedales continentales en Colombia. *Biota Colombiana*, 17(1), 21. <https://doi.org/10.21068/c2016s01a0>
- Patricia A. Champ, K. J. B. & T. C. B. (2003). *The Economics of Non-Market goods and services. A primer on Non Market Valuation*. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-0826-6>
- Percy, S., Lubchenco, J., Almeida, F., Armsworth, P., Bennett, A., Ebi, K., Ehrmann, J., Griffith, J., Kumar, P., Pagiola, S., Prickett, G., Richards, D., Tinto, R., Rivera, J., Thompson, V., Wenblad, A., & Yohe, G. (2005). *Millennium Ecosystem Assessment Business and Industry Synthesis Team Synthesis Team Members Synthesis Team Co-chairs Business Council for Sustainable Development-Brazil World Business Council for Sustainable Development A Report of the Millennium Ecosystems*. 36. [http://www.alexandrina.org/CSSP/Event/Material/MEA\\_businessesdocument.353.aspx.pdf](http://www.alexandrina.org/CSSP/Event/Material/MEA_businessesdocument.353.aspx.pdf)
- Peter Kareiva, Heather Tallis, Taylor H. Ricketts, Gretchen C. Daily, S. P. (2011). *Natural Capital Theory and Practice of Mapping Ecosystem Services*. OXFORD University Press.
- PNUD. (2015). Objetivos de Desarrollo del Milenio. In *Humanismo y Trabajo Social: Vols. 5 (93-101)*.
- Ramsar. (2015). La Convención de Ramsar: ¿de qué trata? *Ramsar.Org/Library*, 1–3. [www.ramsar.org/about/the-scientific-technical-review-panel](http://www.ramsar.org/about/the-scientific-technical-review-panel)
- RAMSAR. (2015). *Briefing Note 7: State of the World's Wetlands and their Services to People*. 20. <https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/>
- Ricaurte, L. F., Olaya-Rodríguez, M. H., Cepeda-Valencia, J., Lara, D., Arroyave-Suárez, J., Max Finlayson, C., & Palomo, I. (2017). Future impacts of drivers of change on wetland ecosystem services in Colombia. *Global Environmental Change*, 44(October 2019), 158–169. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.04.001>
- Ricaurte, L., Gutiérrez, J., Borja, S., Cepeda-Valencia, J., Arroyave, L., Olaya-Rodríguez, M., & Lara, D. (2014). *Evaluación Y Mapeo De Los Impulsores De Cambio Directos Sobre Los Humedales a Escala 1:100.000 En Las Cuencas Priorizadas Por El Fondo Adaptación. Programa. 014*, 84. [http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/9583/Evaluación y](http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/9583/Evaluación%20y)

mapeo de los impulsores de cambio directos sobre los humedales a escala 1:100.000 en l.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Rosenberger, R. S., & Loomis, J. B. (2003). Chapter 12. BENEFIT TRANSFER. In *The Economics of Non-Market goods and services. A primer on Non Market Valuation* (pp. 445–482).
- Russi D., ten Brink P., Farmer A., B., & T., Coates D., Förster J., K. R. and D. N. (2013). The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Water and Wetlands. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Water and Wetlands*, 84. <http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf%5Cnwww.teebweb.org>
- Sachs, J. (2015). *The Age of Sustainable Development*.
- Sandra P. Vilardy, Úrsula Jaramillo, Carlos Flórez, Jimena Cortés-Duque, Lina Estupiñán, Jerónimo Rodríguez, Oscar Acevedo, Weimar Samacá, Ana Carolina Santos, S. P. y C. A. (2014). *Principios y criterios para la delimitación de humedales continentales principios y criterios para la delimitación de humedales continentales una herramienta para fortalecer la resiliencia y la adaptación al cambio climático en Colombia*.
- Smith, Thomas M.; Smith, R. L. (2011). *Elements of Ecology* (8th Edition ed.). Pearson Education.
- Varin, M., Théau, J., & Fournier, R. A. (2019). Mapping ecosystem services provided by wetlands at multiple spatiotemporal scales: A case study in Quebec, Canada. *Journal of Environmental Management*, 246(November 2018), 334–344. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.115>

## Lista de figuras

Figura 1. Indicadores de función del servicio ecosistémico de soporte de hábitat de humedal. (Construcción propia con base en (Varin et al., 2019)).	14
Figura 2. Mapa de los humedales continentales no costeros de Colombia. (Elaboración propia con base en cartografía del Humboldt 2012).	20
Figura 3. Mapa de las Área de los humedales continentales no costeros en Colombia.	21
Figura 4. Gráficas de barras de la distribución poblacional y pib per cápita (precios de 2018) por departamento en Colombia. Fuente: elaboración propia con base en datos del DANE 2018.	22
Figura 5. Transformación de datos del indicador de heterogeneidad natural a escala logarítmica.	27
Figura 6. Indicadores de función del servicio ecosistémico de soporte de hábitat para los humedales continentales no costeros en Colombia.	29
Figura 7. Indicador económico de humedales continentales no costeros en Colombia. (*Los valores del mapa corresponden a la transformación logarítmica de los resultados que se encuentran en el anexo a).	30

## Lista de tablas

Tabla 1. Indicadores de función del servicio ecosistémico de soporte de hábitat para humedales continentales (Modificado de Varin, et. al, 2019).	23
Tabla 2. Valores utilizados para calcular el indicador económico. Fuente Chaikumbung et. al 2016	26

**ANEXO A.** Tabla de los cuatro indicadores de humedales continentales no costeros en Colombia por departamento.

<b>Departamento</b>	<b>Barrera antrópica</b>	<b>Heterogeneidad natural</b>	<b>Conectividad</b>	<b>Económico</b>
Amazonas	0.0001	0.0300	16.5493	\$ 311,730.88
Antioquia	0.0048	0.0290	26.1680	\$ 492,914.23
Arauca	0.0018	0.0130	27.7857	\$ 523,384.31
Atlántico	0.0482	0.1670	41.7521	\$ 786,463.50
Bogotá D. C.	0.2386	1.0000	162.8810	\$ 3,068,105.92
Bolívar	0.0041	0.0070	15.7946	\$ 297,515.67
Boyacá	0.0036	0.1670	59.9637	\$ 1,129,506.25
Caldas	0.0109	0.2220	95.6940	\$ 1,802,538.78
Caquetá	0.0002	0.0290	25.9158	\$ 488,162.83
Casanare	0.0017	0.0140	38.0150	\$ 716,069.36
Cauca	0.0014	0.1330	59.0830	\$ 1,112,915.93
Cesar	0.0028	0.0450	35.2831	\$ 664,610.67
Chocó	0.0002	0.0130	14.0250	\$ 264,180.94
Córdoba	0.0025	0.0280	26.6575	\$ 502,133.45
Cundinamarca	0.0079	0.1200	52.3213	\$ 985,550.52
Guainía	0.0000	0.0110	20.3744	\$ 383,781.42
Guaviare	0.0001	0.0430	37.4670	\$ 705,746.54
Huila	0.0042	0.2000	62.7645	\$ 1,182,263.27
La Guajira	0.0022	1.0000	221.4819	\$ 4,171,942.40
Magdalena	0.0028	0.0190	19.7642	\$ 372,288.75
Meta	0.0018	0.0280	36.8226	\$ 693,608.00
Nariño	0.0016	0.0830	39.0136	\$ 734,880.22
Norte de Santander	0.0047	0.0770	81.3566	\$ 1,532,473.66
Putumayo	0.0002	0.0620	33.5798	\$ 632,524.82
Quindío	0.0000	0.0000	0.0000	\$ 0
Risaralda	0.0149	0.3330	207.5042	\$ 3,908,650.86
Santander	0.0043	0.0280	43.3826	\$ 817,175.48
Sucre	0.0035	0.0140	16.4568	\$ 309,989.12
Tolima	0.0055	0.1820	50.2716	\$ 946,940.04
Valle del Cauca	0.0129	0.2500	105.9078	\$ 1,994,931.01
Vaupés	0.0001	0.1430	29.2266	\$ 550,526.52
Vichada	0.0004	0.0140	14.0325	\$ 264,322.81



**ANEXO B.** Áreas totales de humedal por departamento y valor económico total de los humedales por departamento.

<b>Departamento</b>	<b>Área total de humedal (Ha)</b>	<b>Valor total de humedales (Pesos 2018) *</b>
Amazonas	217035.9	\$ 67,656,803,017.39
Antioquia	170833.6	\$ 84,206,305,857.59
Arauca	129770.6	\$ 67,919,877,084.52
Atlántico	21866.6	\$ 17,197,262,818.97
Bogotá D. C.	80.6	\$ 247,266,939.95
Bolívar	441241.5	\$ 131,276,271,907.50
Boyacá	22360.2	\$ 25,255,983,148.59
Caldas	4338.7	\$ 7,820,757,186.31
Caquetá	74540.4	\$ 36,387,854,673.83
Casanare	129836.7	\$ 92,972,057,442.76
Cauca	11299.4	\$ 12,575,228,611.93
Cesar	54485.3	\$ 36,211,512,251.58
Chocó	216777.6	\$ 57,268,505,854.51
Córdoba	58274.6	\$ 29,261,622,012.54
Cundinamarca	26862.4	\$ 26,474,263,208.91
Guainía	96003.6	\$ 36,844,388,530.57
Guaviare	28512.1	\$ 20,122,299,674.42
Huila	11673.1	\$ 13,800,700,968.22
La Guajira	424.3	\$ 1,770,065,881.31
Magdalena	131665.4	\$ 49,017,563,252.15
Meta	123389.7	\$ 85,584,064,825.07
Nariño	22412.2	\$ 16,470,296,268.06
Norte de Santander	4218.1	\$ 6,464,115,512.88
Putumayo	43965.1	\$ 27,809,027,053.14
Quindío	0.0	0
Risaralda	632.2	\$ 2,471,155,000.06
Santander	67621.3	\$ 55,258,491,097.99
Sucre	188187.4	\$ 58,336,034,700.26
Tolima	23145.1	\$ 21,917,045,664.38
Valle del Cauca	4683.6	\$ 9,343,485,223.74
Vaupés	36012.8	\$ 19,825,988,868.32
Vichada	182600.8	\$ 48,265,554,890.08

\*Valores tomados del DANE con datos del año 2018