

Índices e indicadores de sostenibilidad para humedales altoandinos*

Gloria Yaneth Flórez Yepes¹

RESUMEN

En este ensayo se hace una recopilación de la información de las diferentes metodologías y formas de abordaje para la evaluación de indicadores ambientales que han sido evaluados para la sostenibilidad de los humedales; así mismo se hace un análisis de la valoración de ecosistemas estratégicos con base en la recopilación de diferentes experiencias. Metodológicamente se trata de una reflexión a partir de información secundaria cuya recopilación se realizó en bases de datos de las principales universidades de México y Colombia, con el fin de hacer una selección de la mejor forma de abordaje tanto para la generación de índices de sostenibilidad ambiental como para hacer valoración de humedales altoandinos.

Palabras clave: Indicadores ambientales, balance hidrológico, valoración ecosistémica, humedales altoandinos, indicadores de biodiversidad, servicio ecosistémico.

ABSTRACT

This essay is a compilation of information of different methodologies and ways of approach to the evaluation of different environmental indicators that have been evaluated for sustainability of wetlands is made; likewise an analysis of the valuation of strategic ecosystems based on secondary data collection is done. Methodologically it is a reflection based on secondary information whose collection was performed in databases of the leading universities in Mexico and Colombia, to make a selection of the best way to approach both for the generation of indices of environmental sustainability to make assessment of Andean wetlands.

Keywords: Environmental, hydrological balance, ecosystem assessment, Andean wetlands, biodiversity indicators, ecosystem service.

Indicadores ambientales determinantes en la sostenibilidad de humedales

Para determinar y analizar los indicadores determinantes en la sostenibilidad de los humedales es preciso partir del concepto de indicador ambiental; en Colombia desde el año 1998 se ha establecido el sistema nacional de indicadores ambientales con el fin de unificar la información que responda a las necesidades de los procesos de planificación en la gestión y desde luego que se mejoren las condiciones

* Fecha de recepción 28 de febrero de 2015 y fecha de aceptación marzo 16 de 2015

¹ Administradora ambiental, magister en desarrollo sostenible y medio ambiente, estudiante de doctorado en desarrollo sostenible universidad de Manizales, docente Universidad Católica de Manizales, Universidad de Manizales.

naturales del país, así como para generar herramientas para el análisis de ecosistemas específicos (Minambiente, s.f). En este sentido para los ecosistemas estratégicos Ortega & Padilla, (2009), plantean que los humedales deben estudiarse como un hidrosistema donde se deben incluir de manera integral los componentes del sistema considerando tanto los flujos superficiales como subterráneos articulados con los demás subsistemas presentes dentro de la dinámica de los humedales.

Los ecosistemas de humedales especialmente los altoandinos son muy frágiles y dependen de muchas variables para su sostenibilidad lo que puede dificultar no solo su evaluación integral sino también la evaluación del impacto ambiental que sobre éstos se generan gracias a las múltiples perturbaciones a las cuales están expuestos; en este sentido, los indicadores ambientales involucrados para su estudio son múltiples y complejos; es posible que esta complejidad pueda ser conveniente para la estabilidad del ecosistema, retomando lo planteado por Perez, (2000) quien en su trabajo de tesis doctoral hace un análisis de la estabilidad de los ecosistemas acuáticos y menciona que los ecosistemas complejos pueden ser más estables que los ecosistemas simples quien se apoya en la teoría de McNahugton, (1985) para afirmar que a mayor complejidad mayor estabilidad del ecosistema, así mismo considera la estabilidad como la "posibilidad de mantener constante la abundancia".

"La razón de que una mayor riqueza y una mayor conectancia hagan más persistente un sistema es que entre más conectada esté la comunidad, más recursos compartirán, y por lo tanto es más probable que estén en competencia y de ahí es más difícil que entre un nuevo competidor, si ya de por si el recurso es limitado. (Perez, 2000).

De acuerdo a lo anterior en los ecosistemas de humedales son múltiples los factores que se interrelacionan donde existe una gran riqueza e intercambio entre los recursos hídricos, hidroquímicos, edáficos y biológicos, siendo un ecosistema vulnerable de una gran complejidad, podría entonces pensarse de acuerdo al autor que pueden existir limitaciones para la entrada de un nuevo competidor; sin embargo, estos ecosistemas son fuertemente amenazados por la acción antrópica lo que ha ocasionado un aceleramiento del deterioro de los mismos creando en muchas ocasiones resistencia a la transformación y generando adaptación a dichos cambios.

Otro aspecto que es importante considerar en el momento de evaluar indicadores de sostenibilidad para humedales altoandinos es su mirada desde el contexto territorial de cuenca, pues esto permitirá hacer análisis de interrelación más completos y complejos involucrando todos los factores externos que pueden intervenir en el sistema, interactuando ya sea de manera positiva o negativa dentro del ecosistema de humedal.

Lo anterior es ratificado por Bedford, (1996) quien manifiesta que la formación y mantenimiento de los humedales son debido a la interacción de factores climáticos e hidrológicos que interactúan con el paisaje convirtiéndose el mismo humedal en un indicador hidrológico; en este sentido, *“las actividades humanas reflejadas a escala paisajísticas en los usos del suelo generan presión en los ecosistemas al afectar sus componentes y procesos, estos impactos se expanden y reverberan a las distintas escalas jerárquicas, siguiendo la dirección de los flujos de materia y energía siendo la cuenca de drenaje la unidad funcional como ecosistema de rango superior que incluye los humedales como ecosistemas de rango inferior”*.(Ortega & Padilla, 2009).

Son muchos los autores que han trabajado con indicadores para humedales, en este sentido, la convención Ramsar (1999), describe que las causas desfavorables que se presentan en los humedales pueden estar directamente relacionadas con: la contaminación hídrica, el cambio hidrológico, modificaciones físicas, explotación de productos biológicos e introducción de especies biológicas; por otro lado, también plantea que estos cambios se pueden evaluar bajo tres grandes aspectos que son: lo biológico, lo químico y lo físico.

En el documento de Ortega & Padilla (2009), se plantean diferentes índices que se han generado para la calidad de los humedales, sin embargo muchos de ellos están dirigidos hacia medir el riesgo en estos ecosistemas; tal es el caso de Lemly 1996 citado por (Ortega & Padilla, 2009) quien propone un índice para evaluar el riesgo en humedales basado en factores climáticos, hidrológicos, geomorfológicos y biológicos, igualmente otros autores como Spenser desarrolla un índice rápido para evaluar la salud de los humedales basado en las características del suelo, la vegetación, la hidroquímica y la vegetación acuática. (Ortega & Padilla, 2009).

Para este artículo se tendrán en cuenta los principales indicadores que han sido evaluados por varios autores en diferentes procesos investigativos.

Indicadores hidrológicos

De regulación

Para el análisis de los humedales la evaluación de su sistema hidrológico es fundamental, pues uno de los aspectos más importantes en estos ecosistemas es la determinación de su regulación sobre la cual se soporta su sostenibilidad; Ortega & Padilla, (2009) destaca que en Norteamérica se ha venido trabajando sobre un índice hidrogeomorfológico el cual se utiliza para la clasificación y evaluación funcional de los humedales a escala de ecoregión.

Un aspecto importante a considerar en el estudio de los humedales es el régimen hidrológico; el cual se *“define como las variaciones de caudal a lo largo del tiempo en un punto determinado de la red hidrográfica. Su representación gráfica (hidrograma) permite fácilmente observar rasgos de identidad: valores máximos y mínimos de caudal, cambios temporales y su variabilidad, patrones estacionales que en mayor o menor medida se repiten anualmente, etc”*. (Sanchez & Ibañez, 2007); unido al régimen hidrológico también se encuentra el balance hídrico el cual se constituye en un elemento fundamental para evaluar el estado de deterioro de un humedal y la disponibilidad real del recurso agua, así como para determinar la fragilidad de las unidades hidrológicas de una cuenca (INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA, 2003); para el análisis hidrológico de la cuenca del río Lerna Chapala, se hizo una clasificación taxonómica de la cuenca clasificándola en: la cuenca como tal, el cauce del río, Unidad hidrológica, sistemas hidrológicos y corrientes principales, así mismo dentro de cada una de estas unidades se realizó una zonificación *zona de cabecera, las zonas de captación-transporte de agua, y las de emisión, que junto a la forma de drenaje establecen los paisajes hidrológicos dentro de cada sistema* (INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA, 2003), en este mismo estudio el balance hídrico se consideró a partir de la ecuación: $\text{Captación} - \text{evapotranspiración} = \text{Escorrentía superficial} + \text{infiltración}$.

Indicadores de calidad

El uso de bioindicadores para determinar la calidad del agua se han venido utilizando con más frecuencia en los últimos tiempos a partir de la *identificación y cuantificación de los organismos basándose en índices de diversidad ajustados a intervalos que califican la calidad del agua*, (Silva, Mejía, & Mora, 2006); los ecosistemas acuáticos albergan gran variedad de organismos, con lo cual se puede considerar que éstos se presentan en mayor diversidad que en los ecosistemas terrestres, en este sentido, la acción antrópica y los diferentes factores desfavorables que se presentan para estos ecosistemas pueden ocasionar afectación al ciclo de vida, crecimiento y ciclo reproductivo de las especies asociadas a estos ecosistemas.

Los macroinvertebrados bentónicos se consideran los mejores indicadores para realizar características de contaminación, además éstos se encuentran en todos los ecosistemas acuáticos lo que permite establecer comparaciones entre diferentes investigaciones. *Una de las ventajas que presentan los insectos para ser usados como indicadores de calidad del agua es que se encuentran en casi todos los habitats, por lo que son afectados en distintos estratos del sistema*. (Silva, Mejía, & Mora, 2006).

En los ecosistemas de humedales los macroinvertebrados se encuentran en abundancia por lo que se convierten en una buena posibilidad para realizar diferentes estudios de calidad y de salud de estos ecosistemas.

De acuerdo con Silva, Mejia, & Mora (2006); para considerar un organismo como indicador debe tener características relacionadas con la facilidad para ser capturado e identificado y que se disponga de una amplia información sobre las historias de vida de las especies; en este sentido, los macroinvertebrados se convierten en los mejores indicadores de calidad.

Por otro lado Flores (2009). en su propuesta para determinar un índice de calidad del agua menciona tres criterios importantes para su elaboración: el primero está determinado por la necesidad de contar con la información necesaria referente al fenómeno tratado; el segundo está relacionado con la simplicidad del indicador, lo que quiere decir que éste debe ser fácilmente entendible y debe llevar a análisis profundos para los tomadores de decisiones y el tercero se refiere a que el índice propuesto conlleve a una condición de cambio, determinada generalmente en una política pública.

Indicadores hidrogeomorfológicos

La hidrología juega un papel fundamental en las dinámicas funcionales de los humedales, constituyendo un aspecto crítico a tener en cuenta en la gestión y restauración de los mismos.

En Norteamérica se han venido utilizando una serie de métodos especialmente haciendo énfasis en el índice hidrogemorfológico para la clasificación y evaluación funcional de los humedales a escala de ecorregión Omernik y Bailey, (1997) este método evalúa la situación que ocupa el humedal en el paisaje, su régimen hidrológico y su hidrodinámica. (Ortega & Padilla, 2009)

Indicadores biológicos

Debido a los inconvenientes de las evaluaciones hidroquímicas, se han adoptado métodos biológicos con el fin de analizar la calidad de los humedales de una forma más prolongada, debido a que este tipo de indicadores aportan información de tiempo atrás. Este tipo de indicadores responden a cambios físicos, químicos y climáticos lo cual los hace un tipo de medidor mucho más eficiente. Debido a la gran variedad de especies de macroinvertebrados es posible determinar diferentes condiciones de contaminación, esto se debe a que cada especie responde de manera diferente a los tipos de contaminación que generan impactos negativos sobre este tipo de ecosistemas.

Los bioindicadores más utilizados son el fitoplancton, las macroalgas, las angiospermas, los invertebrados bentónicos y los peces. (Ortega & Padilla, 2009).

Evaluación del estado ecológico

En el proceso de evaluación del estado ecológico de los humedales es imprescindible tener en cuenta una serie de factores a la hora de realizar dichos análisis tales como los factores climáticos, hidrológicos,

geomorfológicos, hidroquímicos y bióticos, por otra parte también es importante considerar los impactos generados por los diferentes procesos productivos o actividades antrópicas los cuales generan cambios en la hidrología, alteraciones físicas, pérdida de la calidad de las aguas y pérdidas de fauna y flora.

En los últimos años una gran cantidad de autores han propuesto el establecimiento de indicadores biológicos con el fin de determinar la calidad de los humedales y de esta manera poder establecer o implementar acciones correctivas que mitiguen el daño que se ha generado sobre estos ecosistemas a raíz de las diferentes actividades antrópicas.

“Por otra parte, un aspecto muy importante establecer de forma previa condiciones de referencia para determinar, a partir de éstas y por comparación, el estado ecológico que refleja el grado de degradación que presenta el humedal como consecuencia de la presión humana.” (Ortega & Padilla, 2009)

Indicadores físico-químicos

Las características fisicoquímicas de los humedales han sido utilizadas para obtener información sobre el estado de los humedales. Es importante que la información obtenida mediante los análisis físico-químicos son resultados a corto plazo debido a que estos métodos de evaluación no arrojan resultados de mucho tiempo atrás.

A partir de estos análisis se establece el estado químico de las masas de agua en función del cumplimiento de las normas de calidad ambiental para humedales. (Ortega & Padilla, 2009)

Geoindicadores

Se han considerado además otros indicadores para evaluar la calidad ambiental tal es el caso de los indicadores Geológicos y geomorfológicos; los cuales se agrupan bajo el término de geoindicadores dentro de los que se encuentran la actividad de suelos congelados (permafrost) los cuales influyen en ecosistemas naturales como los humedales y su sistema hidrológico; la calidad del suelo y la erosión también hacen parte de este grupo de indicadores. (Flores, 2009).

Indicadores climáticos

Se han considerado también los indicadores climáticos los cuales están asociados a los meteorológicos, dentro de los cuales se agrupan en precipitación, humedad relativa y punto de rocío. (Flores, 2009).

Ahora bien para determinar un índice ambiental éste debe estar enfocado a determinar una categorización numérica o descriptiva de una gran cantidad de información ambiental con el propósito de simplificar los datos y hacer más fácil la labor de decisión ambiental

(Flores, 2009), es decir, con la información que se obtenga de cada uno de los tipos de indicadores será posible construir el índice ambiental para los humedales altoandinos.

Valoración ambiental

Servicios ecosistémicos

De acuerdo con Camacho & Ruiz, (2011) los ecosistemas sustentan casi la totalidad de las poblaciones presentes en el mundo, los bienes que provisiona son vitales para el crecimiento de la población; soportados en el modelo de desarrollo socio-económico, los ecosistemas proporcionan agua, tierra, aire, procesos de polinización etc. A pesar de la implementación de estrategias para mitigar los impactos generados por las acciones antrópicas, el hombre ha intervenido de manera acelerada en los ecosistemas especialmente con mayor riqueza biológica sin tener conciencia de la problemática que esto genera, lo que hace indispensable la participación del gobierno en la elaboración de un modelo de políticas que conlleven al incentivo a la conservación de los recursos naturales, el deterioro de la biodiversidad ha provocado la pérdida de funciones de los ecosistemas y por lo tanto existe una afectación a todo el sistema en conjunto.

Tristemente el mundo está dividido geopolíticamente el hemisferio norte lo conforma las grandes potencias y el hemisferio sur hace parte los países en (subdesarrollo) dichos países son más vulnerables a la pérdida de ecosistemas debido a que dependen directamente de los beneficios que ellos brindan.

La perspectiva de los gobiernos mundiales en el interés de los servicios eco- sistémicos ha ido generando estrategias efectivas para mitigar la problemática que se está presentando durante las últimas décadas, la importancia de la conservación es que gran parte de la población se beneficia de los bienes que los recursos naturales brindan; la estrategia de generar técnicas contables de la biodiversidad genera un análisis de la relación económica y el beneficio los servicios eco- sistémicos, generando alternativas para la toma de decisiones y la gestión de los recursos naturales .

La evaluación de los ecosistemas es un medio para examinar los muchos y variados aspectos de la salud de los ecosistemas y la oferta de bienes y servicios que estos prestan. En el año 2000, las Naciones Unidas pusieron en marcha una iniciativa a escala mundial denominada «Evaluación de los Ecosistemas del Milenio». El informe correspondiente, terminado en 2005, puso de manifiesto que dos tercios de los servicios de los ecosistemas de todo el mundo están en declive o amenazados. Como parte de la iniciativa internacional

de seguimiento de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, la UE se ha comprometido a realizar una evaluación regional sobre Europa.

Por otro lado en Colombia se ha establecido la política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, la cual plantea un cambio para la gestión de la biodiversidad en el país; en la misma se menciona que los servicios ecosistémicos han sido *“reconocidos como el puente de unión entre la biodiversidad y el ser humano. Esto significa que las acciones que históricamente se han realizado para la conservación de la biodiversidad (p.e. áreas protegidas, preservación de especies focales, corredores biológicos, entre otros), no son actividades ajenas al desarrollo, sino que por el contrario, han contribuido significativamente a la provisión de servicios ecosistémicos de los cuales depende directa e indirectamente el desarrollo de todas las actividades humanas de producción, extracción, asentamiento y consumo, así como el bienestar de nuestras sociedades”* (Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible, 2011).

De acuerdo a lo anterior, es importante considerar la participación de las comunidades en los diferentes procesos de conservación de los recursos naturales; en este sentido, debe haber un proceso de apropiación y reconocimiento de los servicios ecosistémicos que éstos prestan para lograr la conservación de los mismos; si las comunidades no identifican los beneficios que la naturaleza brinda no será posible un proceso de apropiación y de relación sostenible.

La política menciona que los servicios ecosistémicos se pueden clasificar en cuatro grandes grupos: los servicios de aprovisionamiento que están relacionados con los alimentos, fibras, madera, agua para consumo; entre otros, que son los de uso más directo para el ser humano y por lo tanto resultan siendo los más valorados por el hombre dada su condición de uso directo.

Por otro lado, clasifica a los servicios de regulación y soporte como aquellos resultantes de la regulación de la regulación de los procesos ecosistémicos, incluyendo la calidad del aire, la regulación del clima, el control de la erosión; entre otros; el reconocimiento de estos servicios de regulación por parte de la sociedad no ha sido muy evidente por lo que ha traído como consecuencia la falta de apropiación y de conservación de los recursos naturales, mientras no se reconozca la importancia, los bienes y servicios que nos prestan los ecosistemas para este caso los humedales altoandinos no se podrá llegar a un estrategia de uso y conservación que garantice la sostenibilidad de estos ecosistemas.

Por último se encuentran los servicios ecosistémicos asociados a los servicios culturales, los cuales están relacionados con el enriquecimiento espiritual, inspiración artística, la reflexión, la recreación,

entre otros; generalmente nuestros ancestros realizaban sus prácticas religiosas alrededor de los humedales, los cuales eran considerados como sitios de gran valor espiritual.

Valoración ambiental

La calidad ambiental de un humedal es un conjunto de características o propiedades inherentes del mismo que nos permite hacer comparaciones con otros humedales con el fin de hacer un paralelo en función de su estado de conservación. Desde un punto de vista económico la calidad ambiental de un humedal está basada en la importancia o calidad de los recursos naturales que este le genere al hombre y en materia ecológica la calidad está dada por el mantenimiento del estado de sus procesos o dinámicas de funcionamiento. (Ortega & Padilla, 2009)

Frente al tema de la valoración ambiental, actualmente se ha venido trabajando en la valoración de humedales, la cual ha estado enfocada a definir las funciones y los servicios ecosistémicos que estos ecosistemas prestan; en este sentido, se ha considerado los valores de uso directo, el valor de uso indirecto, el valor de opción y el valor de no uso. Por otro lado, “la valoración económica es la que mayor fuerza está tomando en el país, ésta debe ser utilizada como un instrumento que combinado con otras herramientas, permitirá aproximarse a mejorar la percepción, valoración y conocimiento que la sociedad haga de la existencia per se de la biodiversidad y de sus servicios ecosistémicos como garantes del bienestar humano”(Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible, 2011)

Un ejemplo, es el realizado para la Valoración Ambiental De Los Ecosistemas Leníticos Del Parque Regional En Torno A Los Ejes De Los Cursos Bajos De Los Ríos Manzanares Y Jarama (Madrid, España), donde Se realizó una valoración de ecosistema por medio de un índice con características tanto cualitativas como cuantitativas, teniendo en cuenta los aspectos de singularidad/vulnerabilidad de aves y peces, recurso hídrico, ecosistema virgen, importancia paisajística, educativa, recreativa, resiliencia e impactos antropogénicos.

Un aspecto importante dentro del estudio fue que en su construcción metodológica se consideraron siete criterios de valoración los cuales fueron agrupados en tres clases: biológicos, antrópicos y ecológicos; al finalizar la investigación se tuvo como resultado que de los 123 ecosistemas acuáticos ubicados en el parque de Madrid, 28 ecosistemas (23%) cuentan con gran riqueza ambiental, 23 ecosistemas (19%) un costo intermedio y por ultimo 72 ecosistemas (58%) costo bajo, se puede inferir que el hombre ha ocasionado el deterioro de los ecosistemas; sin embargo, se hace necesario la realización de actividades productivas. (Roblas & García, 1999)

Otro proyecto fue el realizado por (Díaz Lozano & Pinilla Rivera, 2013) donde se evaluó el humedal Santa María del Lago de la ciudad de Bogotá, el cual está separado del río Juan Amarillo. La metodología social se realizó por medio de una evaluación ambiental integrada teniendo en cuenta el estado actual del humedal y considerando la legislación ambiental, determinando problemáticas e importancias ambientales por medio de fuerzas motrices, presiones, estado, impactos y respuestas. Para la valoración económica se realizó por un modelo de precio hedónico cuya muestra tuvo un tamaño de 53.898 datos.

El estudio realizado en Guaymaral y Torca es otro ejemplo de valoración de humedales; donde se utilizó información relacionada con los antecedentes a partir de una recopilación de información secundaria inicialmente; de los análisis encontrados en este estudio el más relevante fue el realizado por el Bureau Internacional para el Estudio de Aves y el realizado por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado en el año 2000 donde lo clasifica como el Humedal #4 de importancia debido a su calidad ambiental en la capital del País (Colombia).

La metodología empleada para este estudio fue la Investigación-Acción-Participativa (IAP) sobre la cual se recopiló información acerca de la identificación de impactos ambientales y se elaboró propuestas y soluciones a dichas problemáticas; sin embargo, es preciso contar con más estudios con el fin de conocer de forma sistémica el estado actual del ecosistema, a la vez que promover el contacto permanente con la comunidad con el fin de que haya un proceso de apropiación por los Humedales. Esta información fue tomada de manera cualitativa utilizando una Matriz de Causa y Efecto, dando como resultado el conocimiento del estado de deterioro del Humedal de Torca. (Chaparro Rodríguez , 2007).

Un trabajo importante realizado en términos de Evaluación de los servicios ecosistémicos es el realizado por Rendón, (2008) el cual consistió en identificar los bienes y servicios ambientales generados especialmente por captura de agua y por conservación de la biodiversidad, así mismo se evaluó la percepción que tienen las comunidades frente al sistema de pago por servicios ambientales, estableciendo una comparación entre los esquemas de México y Costa Rica. Dentro de los bienes y servicios ambientales encontrados en el parque se encuentran: plantas medicinales, madera, leña, agua, hongos, semillas forestales, minerales entre otros; dentro de los servicios se encontraron: regulación del clima, conservación de la biodiversidad, captura del carbono, regulación del ciclo hidrológico, recreación, turismo, preservación de recursos culturales, entre otros. *“En el mismo documento se manifiesta que la importancia de realizar estos análisis de los servicios ecosistémicos radica en el hecho de demostrar que los ecosistemas con un manejo adecuado puede generar suficientes recursos financieros para que se conviertan en autosustentables”.* (Rendon, 2008).

Valoración cultural

Frente al valor sociocultural RAMSAR, (2007) plantea que los humedales se han convertido en una fuente esencial para diversas actividades que proporcionan bienestar para la salud ya que se convierten en zonas de esparcimiento, pero además rescata su valor histórico, religioso y espiritual, resalta como principales valores socioculturales *el valor terapéutico, valor recreativo, valor de patrimonio, valor espiritual y valor de existencia* como variables determinantes para su valoración.

De acuerdo con RAMSAR,(s.f), los arqueólogos han podido dar explicaciones frente a la relación estrecha que ha existido entre los humedales y los seres humanos, *“Los artefactos que han hallado en suelos anegados de todo el mundo documentan que los seres humanos han aprovechado ampliamente los humedales, reflejo de la inmensa riqueza de recursos naturales de los humedales que han servido de sustento a todas las poblaciones humanas durante milenios”*.(RAMSAR, s.f); en este sentido, los humedales han estado asociados a diversas actividades económicas tales como extracción de sal, utilización de agua para los cultivos agrícolas, actividades agroindustriales, pesca, entre otros, de tal manera que las técnicas de uso tradicional han soportado la presión del hombre en el tiempo las cuales se han ido perdiendo en la medida en que ha avanzado la tecnología; la recuperación de dichas técnicas y saberes tradicionales pueden convertirse en un instrumento esencial de la conservación.

Por otro lado, nuestros antepasados muestran el mejor ejemplo de la relación existente entre el hombre y la naturaleza tal es el caso de *“Los Muiscas, que en muchas ocasiones fueron reducidos a pueblos de indios o poblados doctrineros, antes de la llegada de los conquistadores rendían tributo a sus deidades en espacios naturales. Posiblemente los más importantes fueron las lagunas de páramo. El altiplano Cundiboyacense está enmarcado por cadenas de páramos que se levantan por encima de los 3.000 metros, como los de Guerrero, Guatavita, Gacheneque, el Tablazo, Iguaque y Chingaza. En sus alturas se resguardan numerosas lagunas, huellas de antiquísimas glaciaciones, pero sobre todo, templos ancestrales y santuarios de paisajes casi únicos en el planeta”*(Fundacion Senderos y Memoria, 2014); tal es el caso de la laguna de Guatavita, la cual fue considerada como un lugar sagrado de los muiscas donde realizaban el ritual de investidura del nuevo cacique; ceremonia en la cual se ofrendaba oro y esmeraldas lanzándolas a la laguna en honor al nuevo cacique.

De acuerdo a lo anterior, se destaca el trabajo realizado por Brausin, Lozano, & Rodriguez,(2013) quienes realizaron una valoración cultural del humedal Tibabuyes ubicado en la ciudad de Bogotá Colombia; cabe anotar que este humedal hace parte de la historia precolombina donde los muiscas realizaban la fiesta de las flores, con

ofrendas a sus dioses alrededor del humedal donde participaban los principales caciques de las zonas aledañas. Por otro lado, se consideraba que a su alrededor se establecían los principales cultivos dada la fertilidad y disponibilidad de agua para su sustento; en la actualidad este humedal hace parte de una zona de esparcimiento para la ciudad de Bogotá. La metodología utilizada para este estudio consistió en *“integrar los saberes que la comunidad ha construido sobre el Humedal, con las experiencias y conclusiones de los científicos sociales y ambientalistas. Se ha procurado apreciar éste ecosistema desde el impacto de distintos eventos que se han producido en la interacción de la comunidad con el Humedal”* (Brausin, Lozano, & Rodriguez, 2013).

Conclusiones

En los ecosistemas de humedales los indicadores hidrológicos son de gran importancia pues estos constituyen la esencia del comportamiento del ecosistema especialmente frente a la regulación hídrica.

El estudio de los indicadores determinantes en la sostenibilidad de los humedales debe abordarse desde una visión sistémica que involucre la articulación de los diferentes subsistemas desde todos los niveles de complejidad.

El análisis de los humedales debe abordarse desde los indicadores hidrológicos, biológicos y edáficos, sin embargo existen otros como los Geoindicadores que articulan indicadores geológicos y geomorfológicos que se constituyen en un componente de análisis importante para estos ecosistemas.

Para realizar la valoración ambiental, es indispensable determinar los indicadores ambientales los cuales en lo posible deben ser medibles y cuantificables.

El reconocimiento de los bienes y servicios que prestan los humedales altoandinos por parte de las comunidades aledañas a estos ecosistemas, podría garantizar la sostenibilidad de los mismos en el tiempo, es necesario el proceso de apropiación y respeto por el ecosistema para lograr un uso y conservación sostenible.

La valoración de los humedales se constituye en un factor importante para la generación de esquemas de incentivos a la conservación; si no se conoce el valor del recurso natural no se podrán establecer esquemas de compensación por procesos de conservación.

La valoración cultural en ecosistemas de humedales es muy importante ya que estos ecosistemas han representado para la humanidad un legado desde los antepasados quienes utilizaban este ecosistema como sitios espirituales y de adoración de dioses, además han representado un soporte económico dado su utilización en los diferentes sistemas productivos de acuerdo a la zona de vida donde se encuentren.

Bibliografía

Bedford, L. (1996). The need to define hidrologic equivalence at the landscape scale for freshwater wetland mitigation. *Ecological applications*, 56-58.

Brausin, D., Lozano, C., & Rodriguez, C. (2013). *Ecosistema del humedal tibabúyes: valoración cultural para el patrimonio natural*. Bogotá: Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario.

Camacho, V., & Ruiz, L. (2011). Marco Conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Bio Ciencias*, 3-15.

Carbal Herrera, A. (2007). *UNILIBRE*. Recuperado el 05 de NOVIEMBRE de 2014, de <http://www.unilibre.edu.co/CriterioLibre/images/revistas/10/CriterioLibre10art03.pdf>

Castillo Cortés, L. F., & Johnston González, R. (2002). *RDS*. Recuperado el 14 de NOVIEMBRE de 2014, de www.rds.org.co/aa/img_upload/.../Region_Pacifico.pdf

CHAPARRO RODRIGUEZ, A. (2007). *USALLE*. Recuperado el 13 de NOVIEMBRE de 2014, de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/14443/T41.07%20Ch365v.pdf;jsessionid=AB4B5863B1BB77A667FD0FFA3BD2E28D?sequence=1>

Correa Restrepo, F. (2005). *Dialnet*. Recuperado el 29 de OCTUBRE de 2014, de <file:///C:/Users/nuevo/Downloads/Dialnet-ValoracionEconomicaDeEcosistemasEstrategicosAsocia-2929433.pdf>

Díaz Lozano, Y., & Pinilla Rivera, M. (2013). *Metodología Integral Para La Valoración Social Y Económica Del Humedal Santa María Del Lago*. Recuperado el 05 de NOVIEMBRE de 2014, de UELBOSQUE: http://www.uelbosque.edu.co/sites/default/files/publicaciones/revistas/revista_tecnologia/volumen12_numero1/005_articulo_tecnologia_UB.pdf

Flores, P. (2009). *Propuesta para la generación de un índice de calidad del agua residual para el distrito federal utilizando un modelo aritmético ponderado*. Mexico: Instituto Politécnico Nacional. CIIEMAD.

Fundacion Senderos y Memoria. (2014). *Fundacion Senderos y Memoria*. Obtenido de Lagunas de Siecha Parque Nacional Natural Chingaza: <http://fsenderosymemoria.blogspot.com/>

Hurtado de Barrera, J. (2008). *Investigación holística*. Recuperado el 14 de NOVIEMBRE de 2014, de <http://investigacionholistica.blogspot.com/2011/01/investigacion-holistica-o-comprension.html>

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA. (2003). *Estudios de Paisajes hidrológicos y balance hídrico de la cuenca Lerna Chapala*. playadera.

Kandus, P., & Oddi, J. d. (2010). *UBUENOSAIRE*. Recuperado el 18 de NOVIEMBRE de 2014, de <http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/GTRA/file/Tesis%20Gesti%C3%B3n%20del%20Agua%20Oddi.pdf>

MARÍN MONTOYA, J. P., & CORREA RAMÍREZ, J. C. (2010). *UTECNOLÓGICA PEREIRA*. Recuperado el 14 de NOVIEMBRE de 2014, de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/1801/1/6283M337.pdf>

McNahugton, S. J. (1985). Ecology of a grazing ecosystem: the serengeti. *Ecological monographs*, 259-294.

- Minambiente. (s.f). *SISTEMA DE INFORMACION AMBIENTAL PARA COLOMBIA*. Obtenido de <https://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=910&conID=1480>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible. (2011). *Política Nacional para la Gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos*. Obtenido de SIAC: https://www.siac.gov.co/documentos/DOC_Portal/DOC_Biodiversidad/010812_PNGIBSE_2012.pdf
- Miranda, L. (2012). *slideshare*. Recuperado el 14 de NOVIEMBRE de 2014, de <http://es.slideshare.net/liliamiranda.a/metodo-de-valoracion-contingente-13444980>
- MUÑOZ PEDREROS, A., MONCADA HERRERA, J., & GÓMEZ CEA, L. (2012). *REVISTACHILENA*. Recuperado el 14 de NOVIEMBRE de 2014, de http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0716-078X2012000100006&script=sci_arttext
- Ortega, M., & Padilla, f. M. (2009). *Aspectos Metodológicos para evaluar la calidad de los Humedales*. Almería, España: Departamento de Biología Vegetal y Ecología Universidad de Almería.
- Perez, H. (2000). *Estabilidad en ecosistemas acuaticos: analisis de indicadores cuantitativos*. Mexico: Tesis Doctoral. Instituto Politécnico Nacional Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Departamento de Pesquerías y Biología Marina.
- Ramsar. (1999). *Marco para evaluar el riesgo en Humedales*. Obtenido de <http://archive.ramsar.org/pdf/guide/guide-risk-s.pdf>
- RAMSAR. (2007). *Valoración de humedales. Lineamientos para valorar los beneficios derivados de los servicios de los ecosistemas de humedales*. Obtenido de Informe Técnico de Ramsar núm. 3. Núm. 27 de la serie de publicaciones técnicas del CBD: http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/lib_rtr03_s.pdf
- RAMSAR. (s.f). *Los Humedales y su patrimonio cultural*. Obtenido de http://ramsar.rgis.ch/pdf/info/cultural_heritage_s01.pdf
- Rendon, E. (2008). *Evaluación del potencial de los servicios ambientales, en el parque nacional el Chilco Hidalgo Mexico*. Mexico: Instituto Politecnico Nacional. CIEMAD.
- Roblas, N., & Garcia Aviles, J. (1999). *Limnetica*. Recuperado el 05 de NOVIEMBRE de 2014, de http://www.limnetica.com/Limnetica/Limne17/L17u037_Ecosistemas_leniticos_rios_Jarama_Manzanares.pdf
- Roblas, N., & Garcia Aviles, J. (1999). *Valoración Ambiental De Los Ecosistemas Leniticos Del Parque Regional En Torno A Los Ejes De Los Cursos Bajos De Los Ríos Manzanares Y Jarama*. Recuperado el 05 de NOVIEMBRE de 2014, de Limnetica: http://www.limnetica.com/Limnetica/Limne17/L17u037_Ecosistemas_leniticos_rios_Jarama_Manzanares.pdf
- Rudolf de Groot, Stuip, M., Finlayson, M., & Nick Davidson. (2007). *cdb*. Recuperado el 05 de NOVIEMBRE de 2014, de <https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-27-es.pdf>
- Sanchez, R., & Ibañez, C. (2007). *Criterios para la Implantación de Caudales Ecológicos. Plan Hidrológico del Ebro*. España: IRTA. Unidad de ecosistemas acuáticos.
- Silva, G. V., Mejía, G. C., & Mora, I. G. (2006). Bioindicadores como herramientas para determinar. *ContactoS* 60, 41-48.