

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES y MUSEO**

**ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LOS  
SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS DE  
HUMEDALES ASOCIADOS AL RÍO LEÓN  
(URABÁ ANTIOQUEÑO – COLOMBIA).  
SU RELACIÓN CON EL SISTEMA  
HÍDRICO SUBTERRÁNEO Y CON EL  
BIENESTAR HUMANO.**

Tesis de Maestría presentada por Verónica ARANA  
MEDINA ante la Facultad de Ingeniería de la Universidad  
Nacional de La Plata para optar por el Grado Académico  
de

**MAGÍSTER EN ECOHIDROLOGIA**

Director de Tesis: Dra. BETANCUR, T.

Co-Director de Tesis: Dr. HERNÁNDEZ, M.

La Plata, Septiembre 2015.

---

---

## LISTA DE TABLAS

<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	i
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	iii
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	v
1 Introducción .....	1
1.1 Planteamiento del Problema .....	2
2 Área de Estudio .....	7
2.1 Descripción General .....	7
3 Objetivos .....	10
3.1 Objetivo General .....	10
3.2 Objetivo Específico .....	10
4 Metodología .....	11
4.1 Marco de referencia .....	11
4.2 Servicios Ecosistémicos de los humedales asociados al río León – Urabá Antioqueño .....	11
4.2.1 Identificación y clasificación de los Servicios .....	11
4.2.2 Análisis de la interacción con las Aguas Subterráneas .....	12
4.2.3 Sociedad y humedales locales .....	12
4.3 Valoración de un Bien o Servicio Ecosistémico .....	14
5 Marco conceptual .....	15
5.1 Servicios Ecosistémicos .....	15
5.1.1 Desarrollo del concepto .....	15
5.1.2 Definición .....	16
5.1.3 Clasificación de los Servicios Ecosistémicos .....	19
5.1.4 Algunos aspectos a tener en cuenta durante la Identificación, clasificación y valoración de los Servicios Ecosistémicos .....	31
5.2 Interacción Aguas Subterráneas – Humedales .....	35
5.2.1 Modelo hidrogeológico Urabá Antioqueño .....	39
5.3 Componente Social Humedales asociados al río León .....	44
5.4 Valoración Económica de Servicios Ecosistémicos .....	48
5.4.1 Métodos de Preferencias Declaradas .....	52

5.4.2	Métodos de preferencias Reveladas. ....	53
5.4.3	Metodologías basadas en gastos .....	53
5.4.4	Metodologías basadas en precios de mercado .....	54
6	Resultados y Discusión .....	55
6.1	Marco de Referencia para la Evaluación de los SE .....	55
6.1.1	Identificación, estado, tendencia de los Servicios Ecosistémicos y los Factores que inducen cambios .....	56
6.1.2	Fichas para la Identificación de los Servicios Ecosistémicos, su estado, tendencia y factores que inducen cambios en estos .....	57
6.1.3	Procedimiento para la Priorización del Servicio Ecosistémico .....	61
6.2	Aplicación del Marco de Referencia en los Humedales del Río León .....	62
6.2.1	Aplicación del marco de referencia llegando hasta la priorización para el río León .....	62
6.2.2	Valoración Económica del Servicio Ecosistémico .....	68
7	Conclusiones y recomendaciones .....	76
8	Bibliografía .....	79

## LISTA DE TABLAS

Tabla 5-1. Diversos términos utilizados en la literatura sobre los ecosistemas y servicios de los ecosistemas en el reconocimiento de los vínculos claros entre la organización del ecosistema, el funcionamiento de los ecosistemas, y los resultados que estos proporcionan como beneficios a la humanidad (Fisher, Bateman, & Turner, Valuing Ecosystem Services: Benefits, Values, Space and Time, 2011) .....	17
Tabla 5-2. Servicios en distintos tipos de ecosistemas de humedales (EM, 2005) .	21
Tabla 5-3. Clasificación CICES V.4.3 Hasta un tercer nivel (Sección, División, Grupo) (Haines-Young & Potschin, 2013) .....	24
Tabla 5-4. Conceptualización y Adaptaciones de los Servicios Ecosistémicos en la economía (1960-2000) .....	49
Tabla 6-1. Estado del Servicio – Nomenclatura Texto y Color. Ficha IGCP-604 .....	59
Tabla 6-2. Tendencia del Servicio – Nomenclatura Texto y Color. Ficha IGCP-604	59
Tabla 6-3. Grado de conocimiento Nomenclatura Texto Ficha IGCP-604.....	59
Tabla 6-4. Impacto de los Factores que inducen cambios directos sobre los Servicios del humedal. Texto y Color. Ficha IGCP-604.....	61
Tabla 6-5. Tendencia del impacto de los Factores que inducen cambios directos sobre los Servicios del humedal – Nomenclatura Texto y Color. Ficha IGCP-604..	61
Tabla 6-6. Asignación de valores para la Priorización de los Servicios Ecosistémicos.....	62
Tabla 6-7. Asignación de valores para la Priorización de los Servicios Ecosistémicos.....	62
Tabla 6-8. Resultados: Servicios del humedal/conjunto de humedales asociados al río León.....	64
Tabla 6-9. Nomenclatura para la interpretación de la ficha IGCP-604 Servicios del Humedal.....	64
Tabla 6-10. Nomenclatura para la interpretación de la ficha IGCP-604 Factores que inducen cambios directos sobre los Servicios de los Humedales asociados al río León.....	65
Tabla 6-11. Factores que inducen Cambios Directos sobre los Servicios de los Humedales asociados al río León. ....	66
Tabla 6-12. Resultados de la priorización de los Servicios Ecosistémicos .....	67

Tabla 6-13. Tarifas (USD) de Servicios Concesión de Agua Superficiales – Subterráneas. ....	70
Tabla 6-14. Número de concesiones de agua superficiales y subterráneas por tipo de uso en la cuenca del río León y Tarifa liquidada Tasa por Uso del Agua (TUA). USD .....	72
Tabla 6-15. Valoración Económica del Servicio Ecosistémico Abastecimiento de Agua para distintos usos. USD. ....	74

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1. Zona de Aplicación del Estudio de Caso. Contexto Regional Suramérica.....	8
Figura 2-2. Zona de Aplicación del Estudio de Caso. Contexto Regional - Local...9	
Figura 4-1. Ficha de Diagnóstico Humedales Vinculados a las Aguas Subterráneas. Sección Servicios Humedales. IGCP 604 Fuente: ( <a href="http://www.mdp.edu.ar/hidrogeologia/IGCP604/objectives.php">http://www.mdp.edu.ar/hidrogeologia/IGCP604/objectives.php</a> ).....	12
Figura 4-2. Ficha de Diagnóstico Humedales Vinculados a las Aguas Subterráneas, sección Factores que Inducen Cambios Directos sobre los Servicios de los Humedales. IGCP 604 Fuente: ( <a href="http://www.mdp.edu.ar/hidrogeologia/IGCP604/objectives.php">http://www.mdp.edu.ar/hidrogeologia/IGCP604/objectives.php</a> ).....	13
Figura 5-1. Vínculo entre la Estructura, las Funciones-Procesos y los Servicios de los Ecosistemas que benefician la sociedad. ....	18
Figura 5-2. Aspectos necesarios para la evaluación de los SE (Fisher, Turner, & Morling, Defining and classifying ecosystem services for decision making, 2008). 19	
Figura 5-3. Ilustración de la estructura jerárquica propuesta para CICES v.4.3 (Haines-Young & Potschin, 2013).....	25
Figura 5-4. Relación entre la clasificación CICES y los servicios y beneficios reconocidos en la Oficina Federal Suiza para el Medio Ambiente (FOEN) (después, Staub et al. 2011).....	26
Figura 5-5. Delimitación conceptual entre los servicios de los ecosistemas y los beneficios derivados de ellos (Fisher, Bateman, & Turner, Valuing Ecosystem Services: Benefits, Values, Space and Time, 2011) .....	27
Figura 5-6. La cascada de Servicios Ecosistémicos ((Haines-Young & Potschin, 2013) 28	
Figura 6-2. Sección de Servicios de Humedales – Ficha de Diagnóstico Humedales Vinculados a las Aguas Subterráneas, sección Servicios Humedales. IGCP 604 Fuente: ( <a href="http://www.mdp.edu.ar/hidrogeologia/IGCP604/objectives.php">http://www.mdp.edu.ar/hidrogeologia/IGCP604/objectives.php</a> ).....	29
Figura 6-3. Sección de Factores que inducen cambios directos sobre el Humedal – Ficha de Diagnóstico Humedales Vinculados a las Aguas Subterráneas, sección Servicios Humedales. IGCP 604 Fuente: ( <a href="http://www.mdp.edu.ar/hidrogeologia/IGCP604/objectives.php">http://www.mdp.edu.ar/hidrogeologia/IGCP604/objectives.php</a> ).....	30
Figura 5-7. Relaciones espaciales entre las zonas de producción de servicios (P) y áreas de beneficio servicio (B). . (Fisher, Turner, & Morling, Defining and classifying ecosystem services for decision making, 2008) .....	34

Figura 5-8. Grados de dependencia de las Aguas Subterráneas y de los Ecosistemas ((NSW Department of Primary Industries Office of Water, 2012). .....37

Figura 5-9. Humedales que ocupan diferentes posiciones topográficas en el paisaje. (NSW Department of Primary Industries Office of Water, 2012) .....38

Figura 5-10. Vistas del modelo geométrico, modelado en RockWorks. (Universidad de Antioquia, 2014). Colores: Marrón Arcilla, Azul claro, Arena, Azul Oscura Arena gruesa a grava..... 40

Figura 5-11. Vista en planta del sistema acuífero. (Universidad de Antioquia, 2014). Colores: Marrón Arcilla, Azul claro, Arena, Azul Oscura Arena gruesa a grava 41

Figura 5-12. Superficies piezométricas construidas para la zona de estudio (Achurado en verde: humedales). (Universidad de Antioquia, 2014) .....43

Figura 5-13. Visión de los Humedales del río León .....48

Figura 5-14. Valor Económico Total (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).....50

Figura 5-15. Metodologías Generales de la Valoración Económica Ambiental (Universidad de Los Andes, 2010).....52

Figura 6-1. Objetivo principal .....56

Figura 6-2. Sección de Servicios de Humedales – Ficha de Diagnóstico Humedales Vinculados a las Aguas Subterráneas, sección Servicios Humedales. IGCP 604 Fuente: (<http://www.mdp.edu.ar/hidrogeologia/IGCP604/objectives.php>).....58

Figura 6-3. Sección de Factores que inducen cambios directos sobre el Humedal – Ficha de Diagnóstico Humedales Vinculados a las Aguas Subterráneas, sección Servicios Humedales. IGCP 604 Fuente: (<http://www.mdp.edu.ar/hidrogeologia/IGCP604/objectives.php>).....60

Figura 6-5. Número de concesiones de agua por tipo de fuente .....73

Figura 6-6. Número de concesiones de agua por tipo de destinación del recurso 73



## 1 INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas de humedales proveen una amplia gama de servicios que contribuyen al bienestar humano el cual es directamente afectado cuando ellos son degradados; el aumento de la población y el creciente desarrollo económico son generadores indirectos de degradación y desaparición de los humedales.

En las dos últimas décadas, la comunidad científica ha hecho especial énfasis en dichos servicios ecosistémicos debido a la importancia de reestablecer la forma del manejo y del concepto del desarrollo sostenible en los humedales, proponiendo enfoques intersectoriales basados en los ecosistemas, tales como el manejo a escala de cuencas (ríos, lagos o acuíferos) y el manejo integrado de la zonas costeras. Estos enfoques son clave al momento de diseñar acciones en beneficio de los Objetivos del Desarrollo del Milenio.

Estos objetivos, fueron establecidos en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM) la cual fue convocada por el Secretario General de las Naciones Unidas Kofi Annan en el año 2000 (Millenium Ecosystems Assessment, 2005). En dicho trabajo se evaluaron las consecuencias de los cambios en los ecosistemas para el bienestar humano y las bases científicas de las acciones necesarias para mejorar la conservación y el uso sostenible de los mismos, así como su contribución al bienestar humano.

Posterior a dicha publicación, el concepto Servicios Ecosistémicos ha evolucionado y diferentes autores han afinado su base teórica. El presente trabajo de tesis, adopta la definición dada por Fisher et al, 2008., quienes proponen que los servicios ecosistémicos son los aspectos de los ecosistemas que son utilizados (activa o pasivamente) para producir el bienestar humano, y aclara que, las funciones y procesos comienzan a ser servicios si son los humanos los que se benefician de ellos. Es decir, los servicios ecosistémicos existen como tal si producen un beneficio por los seres humanos y es percibido por ellos.

A continuación se abordarán los Servicios Ecosistémicos que prestan los humedales asociados al río León. Estos están ubicados al noroccidente de Colombia en una zona altamente productiva a nivel económico y ecológico, relacionados con otros ecosistemas como manglares litorales y bosques inundables. Se tiene en cuenta en este estudio el papel fundamental de los humedales en el ciclo hidrológico, y en torno a ello, la conexión del sistema hídrico superficial y el subterráneo.

Este documento está organizado en ocho (8) capítulos de la siguiente forma: en el capítulo 1 se hace la introducción al tema, análisis y valoración de los servicios de los ecosistemas de humedales asociados al río león, su relación con el sistema hídrico subterráneo y con el bienestar humano.

En el capítulo 2 se describe la ubicación del área de estudio y se muestra en un mapa su delimitación. En el capítulo 3 se exponen los objetivos planteados inicialmente para el desarrollo de la investigación como propuesta de Tesis. En el

capítulo 4 se explica la metodología empleada para abordar los objetivos. En el capítulo 5 es expuesto el Marco Conceptual, es decir las bases teóricas bajo las cuales se desarrollará el trabajo de investigación. En el siguiente se muestran los resultados: un marco de referencia para la evaluación de los servicios ecosistémicos, su aplicación en los humedales del río León y la valoración económica de uno de los servicios identificados. Finalmente, el capítulo 7 se exponen las conclusiones y recomendaciones, y en el capítulo 8 el soporte bibliográfico de la investigación.

En este trabajo, primero se abordó la relación entre humedales y bienestar humano, interacción enlazada por los servicios que provee el primero y disfruta el segundo. Se propuso un marco conceptual inicial como base para identificar aquellos servicios que son suministrados por los humedales asociados al río León. Luego se evaluó desde un contexto físico biótico y social, la zona de estudio para escoger aquellos servicios que son estratégicos, mediante una priorización, estableciendo las bases para una posterior valoración económica.

Este acercamiento al conocimiento de la relación Humedales- Agua Subterráneas – Servicios, resalta que cualquier acción sobre uno de estos componentes impactará el sistema completo. Este aspecto toma importancia en la toma de decisiones en el ámbito de la gestión ambiental.

## **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los ecosistemas proveen numerosos beneficios a la humanidad, y este hecho se ha comenzado a reconocer a nivel mundial en la comunidad científica durante las últimas décadas, a partir de la publicación del libro *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems* (Daily, 1997) y del reporte *Millenium Ecosystem Assessment* (Millenium Ecosystems Assessment, 2005).

Particularmente, la Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, llamada la Convención de Ramsar ha reconocido en sus estudios la interdependencia de las personas y su ambiente, y como organización intergubernamental estudia y además da lineamientos de gestión y manejo para las interacciones entre el agua y los ecosistemas de humedales. Estas hidroformas son definidas por esta convención como "las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros" (Artículo 1.1. de la Convención).

Los Humedales son reconocidos por poseer una alta diversidad biológica y ser altamente productivos, lo que los convierte en ecosistemas estratégicos desde diferentes perspectivas, y particularmente en cuanto a la prestación de servicios que contribuyen al bienestar humano. A pesar de esta importancia, debido a factores indirectos como el crecimiento de la población y el creciente desarrollo económico, están siendo afectados en cuanto a su degradación y pérdida.

En la publicación del documento *Ecosystems and Human well-being: Wetlands and Water* (Millenium Ecosystems Assessment, 2005) se ratifica su importancia desarrollándose un marco conceptual que permite armonizar y actualizar en cuanto a las definiciones usados por la Convención. El concepto que globaliza dicho documento es el ya mencionado de Servicios Ecosistémicos enlazado con el de Uso Racional de los humedales, acción que hace parte de la misión de Ramsar.

El documento EM adopta y aplica el concepto de Uso Racional (Wise Use) desarrollado por la Convención para los humedales, el cual se define como, "el mantenimiento de sus *características ecológicas* dentro del contexto del desarrollo sostenible, y logrado a través de la implementación de enfoques por ecosistemas".

Esas *características ecológicas* de los humedales fueron redefinidas por el Grupo de Examen Científico y Técnico (de Ramsar), a partir de la utilizada en la Evaluación de los Ecosistemas de Milenio, así: "las características ecológicas son la combinación de los componentes de los ecosistemas, procesos y *servicios* que caracterizan a un humedal en un momento dado en el tiempo".

Finalmente, los Servicios son definidos en EM como los "beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas, e incluyen servicios de aprovisionamiento, servicios reguladores, servicios de apoyo, servicios culturales y otros beneficios no materiales".

Así pues y según lo anteriormente expuesto, se reconoce la importancia de explorar su prestación como ficha clave para realizar un Uso Racional de los humedales.

A partir de esta definición y clasificación, otros autores han refinado la categorización de los servicios, estableciendo diferencias semánticas en cuanto a su definición. Fisher et al 2009, marca una diferencia entre los beneficios y los servicios que ofrecen los ecosistemas: un servicio ecosistémico posee una naturaleza inherentemente ecológica, mientras que un beneficio se entiende como algo que impacta directamente el bienestar humano (Fisher et al., 2008) y guarda una relación económica. Así mismo, también es posible capturar definiciones que preceden a las anteriores en Daily (1997) donde se establece que un adecuado funcionamiento de los ecosistemas provee múltiples bienes (alimento, materias primas, recursos genéticos) y servicios (regulación del agua, ciclo de nutrientes, control de erosión y retención de sedimentos, regulación climática), los cuales representan beneficios para las personas. Dichos bienes y servicios, componen a los humedales y allí son definidos como "aquellas condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales y las especies que los conforman sostienen y satisfacen la vida humana" (Daily, 1997).

Aunado a lo anterior y como se mencionó anteriormente, estos ecosistemas actualmente están siendo impactados por factores indirectos que amenazan su existencia reflejándose en la degradación de sus características ecológicas y en consecuencia en la disminución de la prestación de los servicios. Los generadores

directos de degradación y pérdida incluyen los cambios en el uso del suelo, el desarrollo de infraestructuras, la extracción de agua, la eutrofización y contaminación, el exceso de recolección y sobreexplotación, y la introducción de especies exóticas invasoras (Millenium Ecosystems Assessment, 2005).

Pero, ¿cómo darle importancia a dichos impactos y a las consecuencias de su ocurrencia en los ecosistemas? Los economistas ambientales han propuesto el enfoque del “medio ambiente como un activo natural”, y como tal se propone valorarlo económicamente para poder ser asignado a los mejores usos para la sociedad; en este sentido, la economía del bienestar propone una serie de herramientas metodológicas que buscan modelar y cuantificar las preferencias de la sociedad por estos recursos con la idea de generar evidencias cuantitativas (Mendieta López, 2003).

La valoración de estos servicios puede ser una herramienta eficaz para considerar a los humedales como sistemas económicamente productivos, a la par con otros posibles usos del suelo, recursos y fondos, y por su valor resaltar la importancia de conservarlos, proporciona una base analítica ya que considera los pro y los contra, y permite tomar las decisiones de manejo que más apoyen las aspiraciones y el bienestar de la gente. Existe una amplia gama de métodos, que se implementan más allá del uso directo de los precios de mercado, y su uso y desarrollo, está acrecentándose para valorarlos. Esto incluye aproximaciones que determinan preferencias directamente (como a través del método de valoración contingente), así como aquellas que usan métodos indirectos para inferir preferencias que provengan de acciones para adquirir servicios relacionados, por ejemplo, a través de funciones de producción y costos de sustitución (Millenium Ecosystems Assessment, 2005).

Los valores económicos de los recursos naturales y ambientales surgen como consecuencia del interés de las personas por usarlos. La literatura de valoración económica ambiental, habla de preferencias reveladas y preferencias declaradas como los dos principales enfoques a partir de los cuales se derivan las metodologías de la medición de beneficios (Mendieta López, 2003).

Se considera que en el desarrollo de estas valoraciones se debe tener especial cuidado ya que los servicios ecosistémicos están en función de diversas y complejas interacciones entre las especies y su ambiente abiótico, y así mismo su uso es variable, tiene diferentes patrones de utilización y sobre todo tienen diferentes percepciones de los beneficiarios (Fisher et al., 2008). Es por esto que se deben considerar diversos factores en el momento de la valoración de los servicios Ecosistémicos, tales como: una apropiada clasificación de los servicios, la percepción de los beneficiarios, una diferenciación entre valor y precio, y un contexto de la decisión a escala espacial y temporal (Fisher et al., 2011).

El entendimiento de la interacción Humedales y Bienestar Humano es indispensable para pensar y proponer medidas de manejo que encaminen hacia la preservación y sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos, de los recursos hídricos y de la calidad de vida de las comunidades dependientes de los servicios

que ellos proporcionan. Desde este enfoque, los humedales juegan un papel importante en el ciclo hidrológico, puesto que son un conector de las interacciones entre el sistema hídrico superficial y el subterráneo; así se puede hablar de los humedales como sistemas hidrogeológicamente dependientes (Betancur et al., 2013).

El papel de las aguas subterráneas en los ecosistemas terrestres es múltiple, tanto en la escala temporal como en la espacial. En el corto plazo, determinan no sólo la disponibilidad de agua, el componente principal del tejido vivo, sino también la disponibilidad de oxígeno en la zona de enraizamiento terrestre (GENESIS, 2012).

Para el conocimiento de las interacciones entre las aguas subterráneas y los humedales es un modelo hidrogeológico conceptual que describa: las fuentes y mecanismos de entrada y salida de agua y de solutos en el espacio físico designado como humedal, la variabilidad espacial y temporal y sus causantes, las características de un hidoperíodo (frecuencia y permanencia de la inundación) y los procesos hídricos que tienen lugar dentro y fuera del sistema delimitado. La elaboración de este modelo es compleja, entre otras razones, porque la posición de la cuenca superficial no siempre coincide con el límite de la cuenca subterránea (Betancur et al., 2013).

Los cambios actuales y potenciales generan riesgos asociados a la disminución de soporte de los ecosistemas y la pérdida de los servicios que estos prestan. El agua, como principal soporte de las actividades humanas y los procesos ecosistémicos debe ser considerada como el eje de la gestión ambiental y enlace integrador del estudio de las relaciones entre los sistemas naturales y sociales que dan lugar a la configuración del territorio (Betancur et al, 2013).

Por todos los conceptos anteriormente expuestos, la presente investigación como Trabajo de Grado de la Maestría en Eco-hidrología, reconoce la importancia para el Bienestar Humano de los Servicios que proporcionan los ecosistemas estratégicos de los humedales, su identificación y clasificación, y la importancia de la interacción de estos con las aguas subterráneas. Para el desarrollo de este tema, se propone el análisis de los mismos en un Estudio de Caso ubicado en el área de los Humedales asociados a la cuenca del Río León en el Urabá Antioqueño (Colombia).

Los humedales constituyen una de las más importantes características de la geografía de Urabá por su papel en el mantenimiento del sistema ambiental, puesto que desempeñan funciones de control de inundaciones, recarga y descarga de acuíferos, control de la erosión, retención de sedimentos y de nutrientes, exportación de biomasa, estabilización de microclimas, transporte por agua, recreación y turismo. (Comisión Tripartita y Departamento Nacional de Planeación, 2007a).

Este ecosistema es de particular importancia para Colombia puesto que están ubicados en una zona que tiene una gran riqueza ecológica y tiene relación con otros sistemas como manglares en cercanía del litoral, bosques inundables y ciénagas. Además, es altamente productiva a nivel económico; las principales

actividades que allí se desarrollan son agrícolas, en gran extensión con el cultivo de banano para exportación, plátano, piña, palma de aceite, maíz, yuca, ñame, y en menor proporción arroz y cacao, y otros cultivos frutales. También se destina el suelo para la ganadería extensiva, la porcicultura y la pesca de forma artesanal. (Gobernación de Antioquia, 2009).



## 2 ÁREA DE ESTUDIO

### 2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

El río León nace en la Serranía de Abibe a 1.200 m.s.n.m al Noroccidente de Colombia en el Urabá Antioqueño; recorre gran parte de la zona de Urabá con un sentido Sur-Norte, para entregar en el Golfo de Urabá después de recibir aportes importantes de agua y sedimentos de los afluentes que drenan la serranía de Abibe (Universidad Nacional de Colombia, 2005). (Ver Figura 2-1).

La cuenca tiene un área aproximada de 2.334 km<sup>2</sup> y una longitud del cauce principal cercana a los 180 km; la delimitación de la cuenca es difusa, especialmente en su margen occidental pues se conecta a otros sistemas como el del Río Atrato y el Río Suriquí, por una serie de canales y a varios complejos de ciénagas y humedales (Universidad de Medellín, 2012).

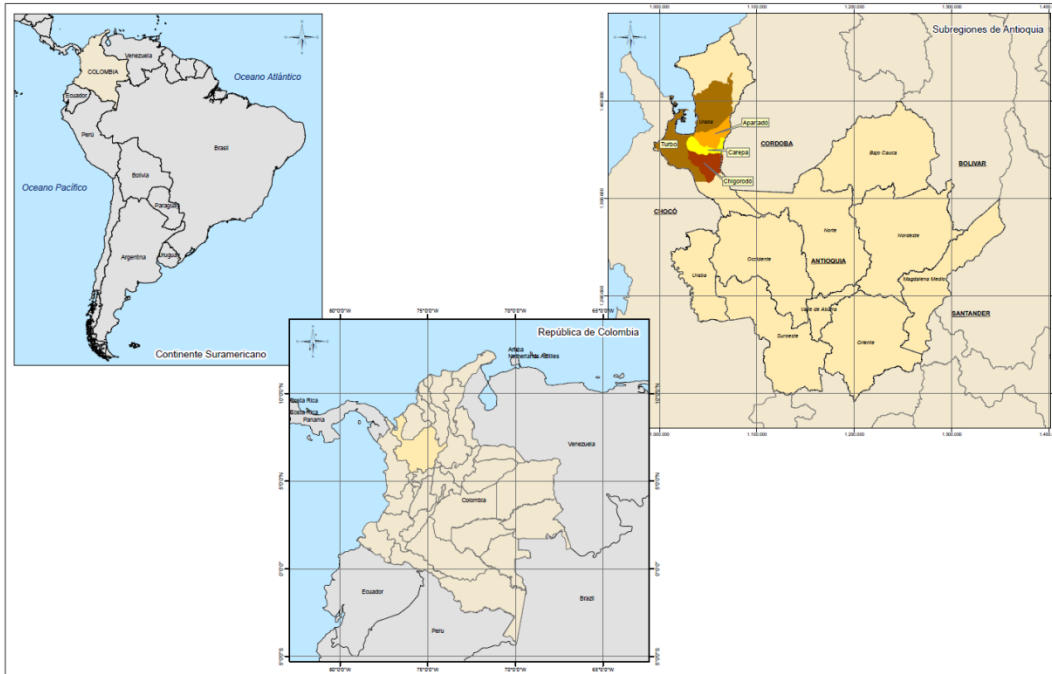
El relieve es plano con una leve inclinación hacia el nor-occidente, presentando alturas que varían entre los 100 m.s.n.m en el municipio de Chigorodó y 0 m.s.n.m en el Golfo de Urabá. Tres tipos de geofomas dominan el relieve; la primera corresponde al sector de planicie con pendientes muy suaves presentes hacia el sector central y el Oeste, como producto del relleno de las depresiones bajo el efecto de la denudación de relieves preexistentes. La segunda muestra relieves de colinas intermedias muy disectadas que se ubican hacia el centro Este entre Apartadó, Carepa y Chigorodó. La tercera geofoma es de montañas con drenajes profundos, localizada hacia el este a lo largo de la serranía de Abibe (Universidad de Antioquia, 2014).

El clima de la región de Urabá está determinado por su ubicación en Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), la cercanía al mar Caribe y el denominado Chorro del Chocó. Con una precipitación media anual que oscila en sentido norte-sur entre 2.100 mm/año y 3.800 mm/año, existe una temporada húmeda entre abril y noviembre y una seca entre diciembre y marzo. La temperatura media de 28°C, y la humedad relativa en el orden de 85,9% que corresponde a las características de bosque húmedo tropical (Universidad de Antioquia, 2014).

La zona de humedales asociada al Río León, fue inicialmente delimitada por la Universidad de Medellín para el área de influencia de los municipios de Apartadó, Carepa, Chigorodó y Turbo. La aplicación del estudio de caso se propone para la zona mostrada en la Figura 2-2, limitada por la carretera Barranquillita, la carretera principal hacia Apartadó, la Ciénaga Tumaradó y Bahía Colombia.

De acuerdo con las estadísticas actualizadas de los municipios de Chigorodó, Carepa, Apartadó y Turbo, para el año 2014 habitan en las veredas del área de estudio un total de 11.836 habitantes (Instituto de Estudios Regionales INER, 2014). Los procesos de asentamiento de las poblaciones en el Urabá antioqueño están regidos por conflictos de distinto orden y por la condición de habitar un espacio

con un régimen ecológico que impone serias restricciones propias de la alternancia de fuertes inundaciones y sequías.



**Figura 2-1. Zona de Aplicación del Estudio de Caso. Contexto Regional Suramérica**



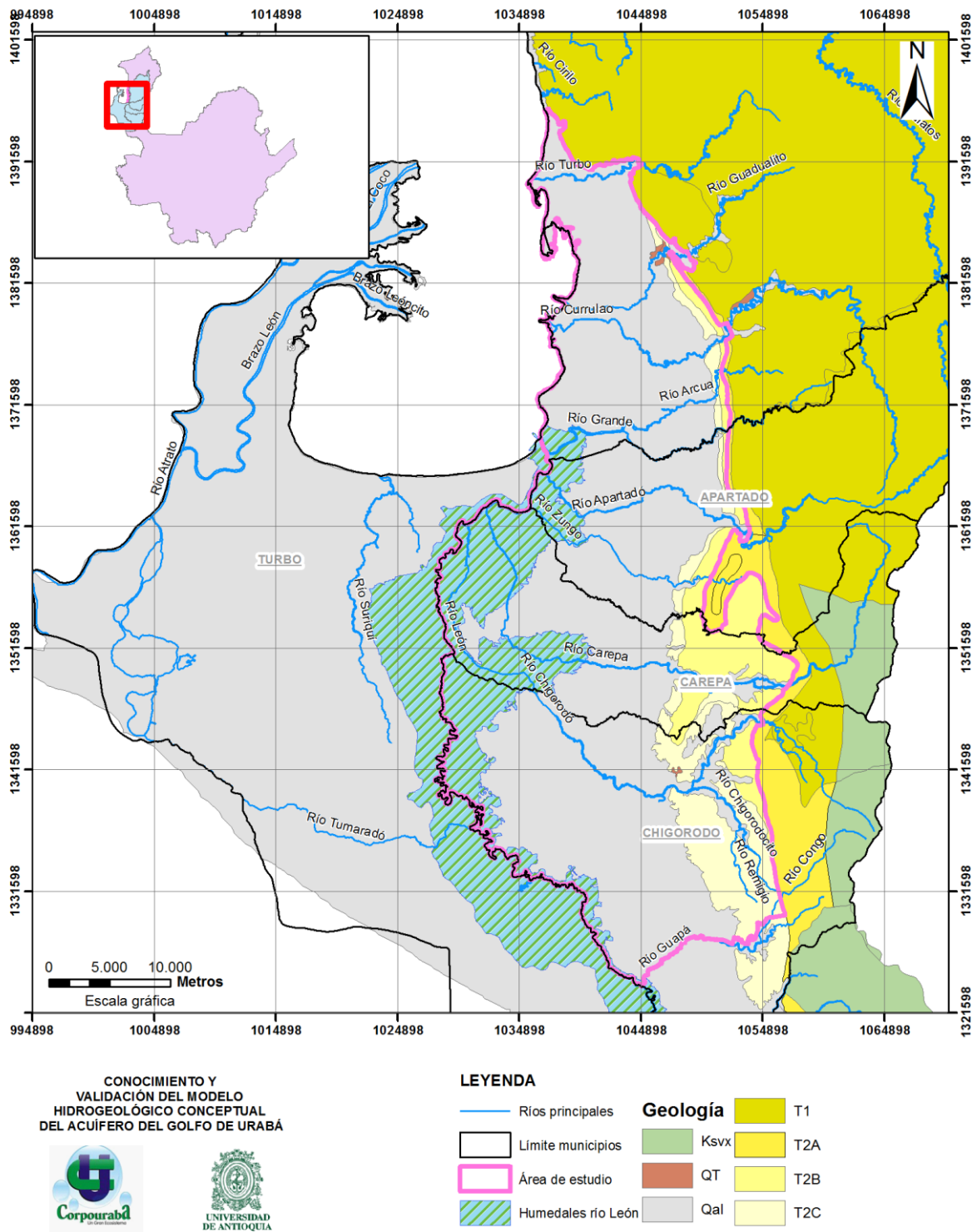


Figura 2-2. Zona de Aplicación del Estudio de Caso. Contexto Regional - Local

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Identificar los Bienes y Servicios que proveen los Humedales del Urabá Antioqueño en Colombia, y valorar ambientalmente alguno de sus servicios en particular.

#### **3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Sintetizar un marco de referencia en relación con los bienes y servicios que proveen ecosistemas estratégicos como son los humedales.
- Adoptar una metodología para la valoración de los bienes y servicios correspondientes, según la dinámica de las actividades que se desarrollan en la comarca teniendo en cuenta su interacción con el ser humano y al mismo tiempo con recurso de las aguas subterráneas de la zona.
- Valorar un Servicio ecosistémico en particular de los aquellos identificados en los Humedales asociados al Río León en la región.

## **4 METODOLOGÍA**

La metodología empleada para el desarrollo de la presente investigación está compuesta por tres grandes actividades encaminadas al cumplimiento de los objetivos inicialmente planteados.

La primera parte apunta a la recolección de información que en síntesis conforme un marco de referencia para los servicios ecosistémicos.

La segunda, analiza los humedales asociados del río León como ecosistema que interacciona con las aguas subterráneas y con el ser humano.

La tercera parte propone una valoración de uno de los servicios ecosistémicos identificados en los humedales asociados al río León.

### **4.1 MARCO DE REFERENCIA**

Por medio de una búsqueda metódica de las publicaciones realizadas sobre Servicios Ecosistémicos se definió un marco teórico que sirve de referencia para su aplicación a la presente investigación. El marco teórico define claramente el concepto de los Servicios Ecosistémicos y su evolución a través de las investigaciones, las diferentes clasificaciones que se han hecho y aquellos aspectos que deben tenerse en cuenta durante el acercamiento al tema.

### **4.2 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS HUMEDALES ASOCIADOS AL RÍO LEÓN – URABÁ ANTIOQUEÑO**

#### **4.2.1 IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS**

Mediante una salida de reconocimiento a la zona y la búsqueda de información secundaria disponible en Instituciones Públicas y del Gobierno, en publicaciones de Investigaciones en Universidades, se identificaron los Servicios Ecosistémicos que proveen los humedales del León.

Esta información fue recopilada en la ficha diseñada por Betancur et al., 2013, en la sección de identificación de Bienes y Servicios, presentada en el proyecto de la Unesco IGCP604. Allí se elabora un marco conceptual sobre las interacciones aguas subterráneas-humedales-bienestar humano en Iberoamérica y la Península Ibérica a través de la investigación científica y la cooperación internacional ( Figura 4-1).

SERVICIOS DEL HUMEDAL/CONJUNTO DE HUMEDALES					
Estado del servicio (E)		Tendencia del servicio (T)		Grado de conocimiento (C)	
A	Alto	1	Mejora del servicio	A	Aceptable
M	Medio	2	Tendencia a mejorar	E	Escaso
B	Bajo	3	Sin tendencia	N	Nulo
I	Inexistente	4	Tendencia a empeorar		
D	Desconocido	5	Empeora el servicio		

Tipo de servicio	Servicio	E	T	C
Abastecimiento	Abastecimiento de agua de buena calidad			
	Abastecimiento de agua para distintos usos			
	Producción natural de recursos alimentarios			
	Producción artificial de recursos alimentarios			
	Producción de materias primas biológicas			
	Producción de materias primas minerales			
Regulación	Especies naturales de interés medicinal			
	Regulación hídrica			
	Depuración de aguas			
	Control de la erosión			
Culturales	Regulación climática local			
	Turísticos			
	Educativos			
	Paisajísticos y estéticos			
	Identidad cultural y sentido de pertenencia			
	Religiosos y espirituales			

(marcar X)  
 Hay evaluación económica y social

**Figura 4-1. Ficha de Diagnóstico Humedales Vinculados a las Aguas Subterráneas. Sección Servicios Humedales. IGCP 604 Fuente: (<http://www.mdp.edu.ar/hidrogeologia/IGCP604/objectives.php>).**

#### 4.2.2 ANÁLISIS DE LA INTERACCIÓN CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

A través del acercamiento al concepto de ecosistemas dependientes del agua subterránea, y de la adopción de un modelo hidrogeológico conceptual de la zona de estudio, se analizó la interacción de los humedales asociados al río León con el recurso hídrico subterráneo.

En primer lugar se definió el tema de Dependencia de Ecosistemas del Agua Subterránea por medio de una consulta bibliográfica mencionando algunas metodologías para evaluar dicha dependencia. Posteriormente, se consultaron los resultados de estudios efectuados en la zona que investigan estas relaciones.

Con este análisis se pretende establecer que las actividades que representen alguna afectación en el medio subterráneo tendrán efectos en los humedales y en consecuencia, en los servicios que ellos ofrecen.

#### 4.2.3 SOCIEDAD Y HUMEDALES LOCALES

Tomando información disponible se consignaron en esta investigación las diferentes visiones que la población de la zona de estudio tiene sobre los humedales en cuestión. Dichas visiones se formaron durante los procesos de

asentamiento condicionándolas a las características propias de los diferentes grupos pobladores. Con esta información fue posible identificar los Servicios Ecosistémicos de los cuales las poblaciones se benefician y de alguna manera valoran; así mismo se reconocieron aquellos problemas relacionados con el medio ambiente que los afectan.

Estos problemas son generados por factores que inducen cambios en los ecosistemas de humedales, y fueron plasmados en la ficha diseñada por Betancur et al., (2013) en la sección de Factores que Inducen Cambios Directos sobre los Servicios del Humedal, presentada en el proyecto Unesco IGCP604. Estos datos dan información relacionada con las actividades que hacen parte de la dinámica del cuerpo.

FACTORES QUE INDUCEN CAMBIOS DIRECTOS SOBRE LOS SERVICIOS DEL HUMEDAL					
		Impacto (I)		Tendencia (T)	
	A	Alto	1	Aumenta rápidamente	
	M	Moderado	2	Aumenta	
	B	Bajo	3	Estable	
	I	Inexistente	4	Disminuye	
	D	Desconocido	5	Disminuye rápidamente	

Factor		I	T	Comentarios
Extracción de agua	Del humedal			
	De afluentes			
	Subterránea próxima			
	Subterránea de la cuenca			
Explotación biológica	Cultivos			
	Bosque			
	Ganadería			
	Pesca			
	Otros			
Explotación mineral	Combustibles			
	Sales			
	Suelos			
	Rocas			
	Otros			
Cambios de uso del suelo	Deforestación			
	Reforestación			
	Manejo del bosque			
	Sustitución de vegetales			
	Agricultura extensiva			
	Ganadería extensiva			
	Urbanización			
	Vías de comunicación			
Otros				
Modificación del ciclo hidrológico	Drenaje			
	Aporte de excedentes de riego			
	Uso de almacenamiento			
	Acciones de recarga artificial			
	Aporte de aguas urbanas			
	Otros			
Contaminación	Difusa agrícola			
	Difusa atmosférica			
	Puntual urbana/industrial			
Efectos asociados a cambios	Cambios en la calidad mineral del agua			
	Cambios en la calidad biológica del agua			
	Oxidación del medio por descenso freático			
	Incremento de la erosión			
	Destrucción del suelo biológicamente productivo			

**Figura 4-2. Ficha de Diagnóstico Humedales Vinculados a las Aguas Subterráneas, sección Factores que Inducen Cambios Directos sobre los Servicios de los Humedales. IGCP 604 Fuente: (<http://www.mdp.edu.ar/hidrogeologia/IGCP604/objectives.php>)**

### **4.3 VALORACIÓN DE UN BIEN O SERVICIO ECOSISTÉMICO**

Todos los identificados son importantes en la medida en que representan un bienestar para el ser humano, no obstante fue necesario implementar un procedimiento de priorización con el fin de escoger uno (1) para valorarlo. Esto básicamente se debe a que existen múltiples métodos que se acoplan de forma diferente a cada uno; no es sensato pretender valorar todos los de un humedal. Además estas metodologías se emplean dependiendo del contexto bajo el cual se esté llevando a cabo, en este caso, es una de índole económica encaminada a su aplicación para una tesis de maestría.

En el proceso de priorización se tuvieron en cuenta las características de cada servicio con el fin de inferir cuáles de ellos necesitan una atención o gestión ambiental inmediata. En el caso de la presente investigación, se considera al “medio ambiente como un activo natural”, y como tal se propone darle un valor económico; en coherencia con el enfoque de la economía ambiental, esto permite tomar las decisiones de manejo que más apoyen las aspiraciones y el bienestar de la gente.

Según los resultados de la priorización, se escogió el más indicado, y con base en sus características y tipo de información disponible se eligió la metodología para realizar su valoración económica.

## 5 MARCO CONCEPTUAL

A continuación se exponen las bases teóricas bajo las cuales se desarrollará el presente trabajo de investigación. En un primer aparte se describen los servicios ecosistémicos, el desarrollo de este concepto en la literatura, su definición y clasificación y algunos aspectos a tener en cuenta durante el acercamiento a sus conceptos.

### 5.1 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

#### 5.1.1 DESARROLLO DEL CONCEPTO

Entre los años 1970 y 1980, aumentaron las preocupaciones ecológicas a fin de subrayar la dependencia de la sociedad sobre los ecosistemas naturales y aumentar el interés público en la conservación de la biodiversidad. Schumacher (1973) fue probablemente el primer autor que utiliza el concepto de capital natural y poco después varios autores comenzaron a referirse a conceptos relacionados con "los servicios de los ecosistemas (o ecológico o ambiental, o de la naturaleza)". (Schumacher, 1973) (Westman, 1977), (Pimentel, y otros, 1980), (Ehrlich & Ehrlich, 1981), (Thibodeau & Ostro, 1981), (Kellert, 1984), (De Groot R. S., 1987). En ese momento la utilización del concepto de servicio ambiental era principalmente pedagógica y su objetivo, demostrar cómo la desaparición de la biodiversidad afecta directamente a las funciones de los ecosistemas.

A finales de los años 1960 y 1970, una serie de contribuciones ya habían comenzado a referirse de forma particular a cómo las "funciones de la naturaleza" proporcionan un servicio a las sociedades humanas (King, 1966), (Helliwell, 1969), (Huetting, 1970), (Odum & Odum, 1972), (Braat, van del Ploeg, & Bouma, 1979)

Westman (1977) sugirió que el valor social de los beneficios que los ecosistemas ofrecen pueden ser identificados para que la sociedad pueda tomar decisiones políticas y de gestión con base en información de mejor calidad y más certeras. A estos beneficios sociales, se les denominó también "servicios de la naturaleza".

El término Servicios Ecosistémicos fue introducido por Ehrlich & Ehrlich (1981) donde se resalta el valor social de las funciones del ecosistema que en conjunto operan independiente de si tales procesos son útiles o no para los seres humanos.

Posteriormente, en 1990 la Agenda de Investigación del Instituto de Beijer (The Beijer Institute of Ecological Economics- The Royal Swedish Academy of Science) adopta prioridades en investigación en artículos identificados con el tema de Servicios Ecosistémicos y surgiendo publicaciones importantes en el tema como por ejemplo Daily (1997) y Costanza et al (1997). Poco a poco se ha tomado lo desarrollado entre 1990 y 2000 con fines de gestión y política a través del "enfoque por ecosistemas".



Más adelante en el año 2003 se diseñaron las acciones en beneficio de los Objetivos del Desarrollo del Milenio, se evaluaron las consecuencias de los cambios en los ecosistemas para el bienestar humano y las bases científicas para las acciones necesarias para mejorar la conservación y el uso sostenible de los mismos, así como su contribución al bienestar humano. A partir de su creación se han realizado múltiples investigaciones al respecto: Algunos ejemplos relevantes son el Informe Stern sobre la Economía del Cambio Climático (Stern, 2006) y la Iniciativa de Postdam - Diversidad Biológica 2010. El proyecto Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad, derivado de dicha iniciativa ([www.teebweb.org](http://www.teebweb.org)), tiene como objetivo estimar los costos de los servicios y el análisis de las consecuencias de la pérdida de biodiversidad mundial (European Comission, 2008).

Por otra parte, a partir de los movimientos desde 1990 hasta 2000, aumentó el interés de diseñar instrumentos de mercado para crear incentivos económicos para la conservación, como el Mercado de Servicios Ecosistémicos (Bayon, 2004) y Pagos por Servicios Ambientales (Landell-Mills y Porras, 2002; Wunder et al, 2008). También se crearon e implementaron otros incentivos basados en los precios desarrollados de una manera indirecta, como por ejemplo los impuestos energéticos y los incentivos basados en políticas agrícolas en la Comunidad Europea.

### 5.1.2 DEFINICIÓN

El estudio pertinente se ha utilizado con mayor énfasis en las últimas décadas y convertido en un modelo importante para vincular el funcionamiento de los ecosistemas con el bienestar humano. La comprensión de este vínculo es fundamental para la toma de decisiones. Pero existe realmente una definición de los Servicios Ecosistémicos?

Se trata de un concepto en evolución y en proceso de investigación, que puede ser usado por una amplia gama de partes interesadas: científicos, economistas, investigadores, políticos, administradores, educadores. Su definición da información de las características de los ecosistemas y de los servicios provistos (Fisher et al., 2008).

Por ser entonces un concepto en evolución se hace importante identificar a lo largo de su estructuración, cómo ha sido enfocado en la investigación científica.

A continuación se describen las definiciones:

- Daily, 1997. **Condiciones y procesos** a través de los cuales los ecosistemas naturales y las especies conforman, sostienen y satisfacen la vida humana.
- Costanza et al 1997. **Beneficios** que las poblaciones humanas derivan directa o indirectamente de las **funciones** de los ecosistemas.
- MA, 2005. **Beneficios** que las personas obtienen de los ecosistemas.



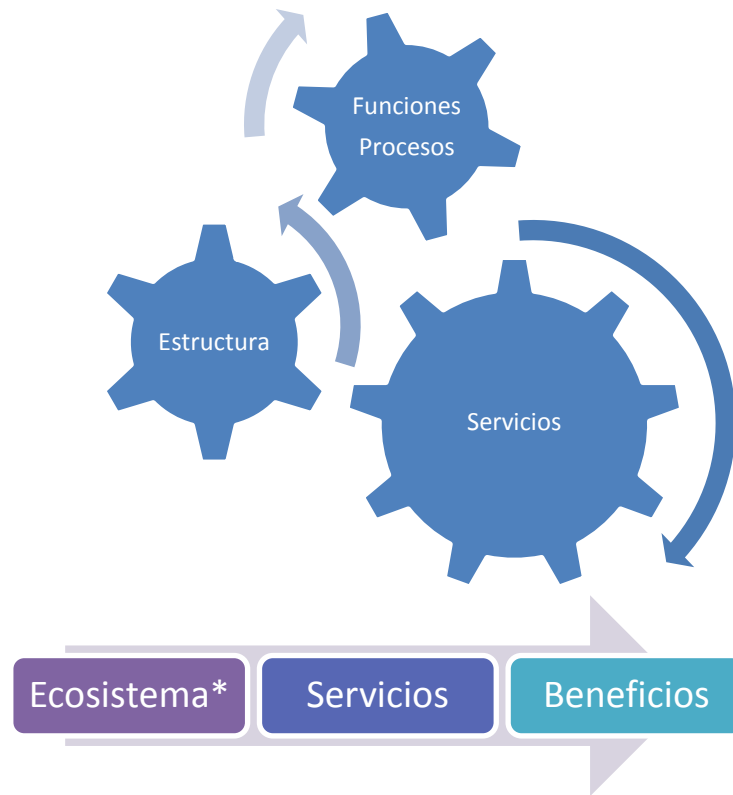
- Boyd and Banzhaf, 2007. No son los beneficios que los humanos obtienen de los ecosistemas, sino los **componentes ecológicos** que son **directamente** consumidos o disfrutados que producen **bienestar** al ser humano. Así mismo, los servicios y beneficios no tienen el mismo significado. Para Boyd y Banzhaf los **servicios** son aquellos que se disfrutan de manera **directa**, y los **beneficios** de manera indirecta.
- Fisher et al, 2008. Son los aspectos de los ecosistemas que son utilizados (**activa o pasivamente**) para producir el **bienestar** humano. Por lo tanto, 1) los servicios deben ser fenómenos ecológicos y 2) no tienen que ser directamente utilizados. De esta manera, los servicios incluyen tanto la organización de los ecosistemas o la estructura, así como los procesos y/o funciones. Las funciones y procesos comienzan a ser servicios **si son los humanos** los que se benefician de ellos. Sin beneficiarios humanos, no hay servicios ecosistémicos.

Fisher et al, (2008) agrupan los diferentes términos usados en la literatura referente a los Servicios Ecosistémicos, con el fin de vincular los conceptos de *organización* del ecosistema y su operación.

- *Organización*, representa la constitución física de los ecosistemas, es decir, su *estructura*.
- *Operación*, representa los procesos y *funciones* del ecosistema (funcionamiento).
- *Resultado*, es el vínculo entre la estructura y las funciones de un ecosistema generador de servicios que representan un bienestar social.

**Tabla 5-1. Diversos términos utilizados en la literatura sobre los ecosistemas y servicios de los ecosistemas en el reconocimiento de los vínculos claros entre la organización del ecosistema, el funcionamiento de los ecosistemas, y los resultados que estos proporcionan como beneficios a la humanidad (Fisher, Bateman, & Turner, Valuing Ecosystem Services: Benefits, Values, Space and Time, 2011)**

<b>Organización</b>	<b>Operación</b>	<b>Resultado</b>
Valores	Flujos	Servicios
Estructura	Función (Funcionamiento)	Bienes
Infraestructura	Servicios	Beneficios
Patrones	Procesos	
Capital		Entradas



Los Ecosistemas ofrecen Servicios que dan Bienestar a la Sociedad.

**Figura 5-1. Vínculo entre la Estructura, las Funciones-Procesos y los Servicios de los Ecosistemas que benefician la sociedad.**

Fisher y Turner, 2008, proponen diferenciar entre el concepto “funciones de los ecosistemas” y el “funcionamiento de los ecosistemas”. El primero ofrece servicios o bienes que son disfrutados por el ser humano, y por lo tanto tiene un enfoque meramente antropocéntrico. El segundo, no es necesariamente antropocéntrico ya que se refiere a las actividades internas que desarrollan para existir.

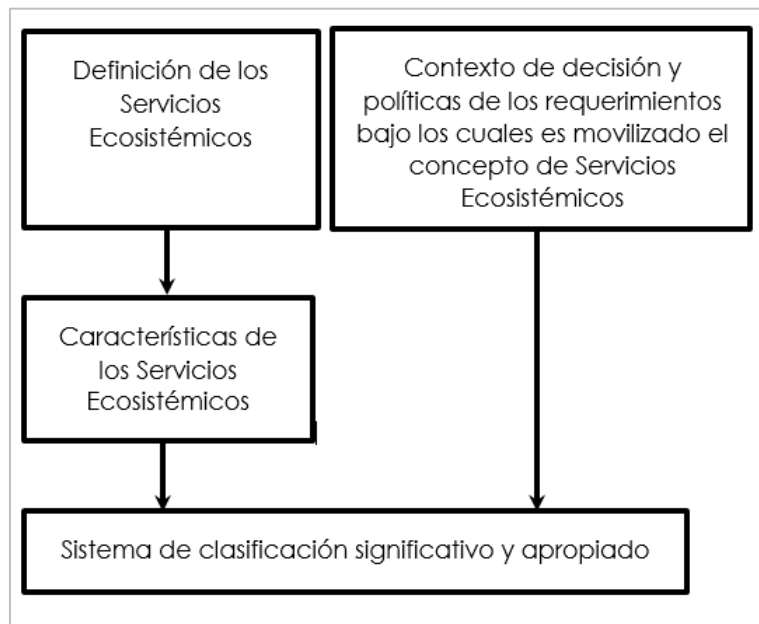
Su estructura es un Servicio en la medida que otorga la plataforma a partir de la cual se producen estos procesos por lo que tiene valor (Azqueta, 1995). Ello estructura tiene valor en el sentido de que su existencia y mantenimiento son necesarios para la prestación del servicio y por lo tanto, lo es en sí mismo (Turner R., 1999). Según lo anterior, los términos, estructura, función y servicios no son sinónimos o términos idénticos y se debe realizar una diferenciación dependiendo para lo que se esté usando y en cual contexto.

De esta manera, se adopta para el marco de referencia de la presente investigación, la definición de Fisher et al, 2008 (Figura 5-1).

### 5.1.3 CLASIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

La caracterización de los Servicios Ecosistémicos deben realizarse tanto bajo el análisis de los ecosistemas de interés como del contexto de decisión para el cual se está movilizando el concepto; por esta razón, no habrá una sola y única clasificación de los mismos.

Debe incluir, las características de los ecosistemas, la caracterización de los servicios y el contexto de la decisión que motiva la clasificación (Figura 5-2).



**Figura 5-2. Aspectos necesarios para la evaluación de los SE (Fisher, Turner, & Morling, Defining and classifying ecosystem services for decision making, 2008).**

Ha habido múltiples esfuerzos para clasificar los servicios (De Groot et al., 2002; EM, 2005; Wallace, 2007). La diversidad y complejidad de la dinámica de los procesos y las características propias de los servicios nos indican que puede haber diferentes tipos de esquemas de clasificación. Cualquier intento de llegar a una única, debe abordarse con sumo cuidado.

A continuación se muestran las más importantes que la comunidad científica ha propuesto y se intenta aclarar a lo largo del texto las consideraciones que han suscitado sus cambios, uniones o redefiniciones.

#### 5.1.3.1 Clasificación de Ecosistemas del Milenio EM 2005

La Evaluación de Ecosistemas del Milenio (Millenium Ecosystems Assessment, 2005), define los Servicios Ecosistémicos y los clasifica en cuatro grandes bloques: soporte, regulación, aprovisionamiento y servicios culturales.

En las dos últimas décadas, la comunidad científica ha hecho especial énfasis en ellos debido a la importancia de reestablecer la forma del manejo y del

concepto del desarrollo sostenible en los humedales, proponiendo enfoques intersectoriales, tales como el manejo a escala de cuencas (ríos, lagos o acuíferos) y el manejo integrado de la zonas costeras. Estos enfoques son clave durante el diseño de acciones en beneficio de los Objetivos del Desarrollo del Milenio.

Particularmente, la Convención Ramsar ha reconocido en sus estudios la interdependencia de las personas y su ambiente, y como organización intergubernamental estudia y da lineamientos de gestión y manejo para las interacciones entre el agua y los ecosistemas de humedales. Estos son definidos por esta convención como “las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros” (Artículo 1.1. de la Convención).

En la publicación del documento *Ecosystems and Human well-being: Wetlands and Water* (Millenium Ecosystems Assessment, 2005) se ratifica la importancia de estos ecosistemas y se desarrolla un marco conceptual que permite armonizar y actualizar en cuanto a las definiciones usados por la Convención.

Esas *características ecológicas* de los humedales fue redefinida por el Grupo de Examen Científico y Técnico (de Ramsar), a partir de la terminología sobre los ecosistemas utilizada en la Evaluación de los Ecosistemas de Milenio, así: “las características ecológicas son la combinación de los componentes de los ecosistemas, procesos y servicios que caracterizan a un humedal en un momento dado en el tiempo”.

Finalmente, los Servicios de los ecosistemas, son definidos en EM como los “beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas, e incluyen servicios de aprovisionamiento, servicios reguladores, servicios de apoyo, servicios culturales y otros beneficios no materiales”.

A continuación se muestra el listado de servicios ecosistémicos de los humedales, los cuales son analizados en el marco conceptual de Ecosistemas del Milenio:

**Tabla 5-2. Servicios en distintos tipos de ecosistemas de humedales (EM, 2005).**

Servicios	Comentarios y Ejemplos	
	Humedales Continentales	Humedales Costeros
<b>Aprovisionamiento</b>		
Alimento	Producción de pescado, caza, frutas y granos	Producción de pescado, algas e invertebrados
Agua dulce	Almacenamiento y retención de agua; provisión de agua para irrigación y uso doméstico	Almacenamiento y retención de agua; provisión de agua para irrigación y uso doméstico
Fibra y combustible	Producción de troncos, leña, turba, forraje, aglomerados	Producción de troncos, leña, turba, forraje, combustible aglomerados
Productos bioquímicos	Extracción de materiales de la biota	Extracción materiales de la biota
Materiales genéticos	Medicinas; genes para la resistencia a patógenos de plantas, especies ornamentales, etc.	Medicinas; genes para la resistencia a patógenos de plantas, especies ornamentales, etc.
<b>Regulación</b>		
Regulación del clima	Regulación de gases de efecto invernadero, temperatura precipitación y otros procesos climáticos; composición química de la atmósfera	Regulación de gases de efecto invernadero, temperatura precipitación y otros procesos climáticos; composición química de la atmósfera
Regulación biológica		Resistencia a invasiones de especies; regulación de las interacciones entre diferentes niveles tróficos; preservación de la diversidad funcional y las interacciones
Regímenes hidrológicos	Recarga y descarga de agua subterráneas; almacenamiento de agua para agricultura o industria	Recarga y descarga de agua subterráneas; almacenamiento de agua para agricultura o industria
Control de la contaminación y detoxificación	Retención, recuperación y eliminación del exceso de nutrientes y contaminantes	Retención, recuperación y eliminación del exceso de nutrientes y contaminantes
Protección contra la erosión	Retención de suelos y prevención de cambios estructurales (como erosión costera, caída de barrancos, etc.)	Retención de suelos
Desastres naturales	Control de inundaciones, protección contra las tormentas	Control de inundaciones, protección contra las tormentas
<b>Culturales</b>		
Espirituales y de inspiración	Sentimientos y bienestar personal;	Sentimientos y bienestar personal
Recreativos	Oportunidades para turismo y actividades recreativas	Oportunidades para turismo y actividades recreativas
Estéticos	Apreciación de las bellezas naturales	Apreciación de las bellezas naturales
Educacionales	Oportunidades para la educación formal y no formal y para capacitación	Oportunidades para la educación formal y no formal y para capacitación
<b>De apoyo</b>		
Biodiversidad	Hábitat para especies residentes o transitorias	Hábitat para especies residentes o transitorias
Formación de suelos	Retención de sedimentos y acumulación de materia orgánica	Retención de sedimentos y acumulación de materia orgánica
Ciclo de los nutrientes	Almacenaje, reciclaje, procesamiento y adquisición de nutrientes	Almacenaje, reciclaje, procesamiento y adquisición de nutrientes
Polinización	Apoyo a los polinizadores	

### **5.1.3.2 Clasificación CICES: Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) Versión 4 – Agosto Diciembre 2012**

La Clasificación Internacional Común de Servicios de los Ecosistemas (CICES por sus siglas en inglés) es desarrollada a partir del trabajo sobre la contabilidad ambiental llevado a cabo por la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA por sus siglas en inglés). Es compatible con su contribución a la revisión del Sistema de contabilidad ambiental y económica (SEEA), que está siendo dirigida actualmente por la División de Estadística de las Naciones Unidas (Haines-Young & Potschin, 2013).

El primer borrador de CICES fue presentado para su discusión en diciembre de 2009 por la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA). Después se realizaron dos rondas de consulta con la comunidad internacional en 2010 y 2011. Gran parte del trabajo se centró en reuniones lideradas por la EEA que involucró a los expertos técnicos vinculados con la iniciativa de la División de Estadística de las Naciones Unidas (UNSD) para revisar el Sistema de Cuentas Económicas y Ambientales.

En total se han desarrollado cuatro versiones del documento CICES (2009, 2010, 2011 y 2012) siendo la tercera la más consolidada, presentada en Río de Janeiro en junio de 2011. La cuarta versión publicada en diciembre de 2012 es objeto actual de la ronda de discusión, y conserva la alineación conceptual de la tercera; los expertos consideran necesario aclarar algunas cuestiones pendientes desde el punto de vista de la valoración económica o de la contabilidad ambiental, y del mapeo de los ecosistemas. Las cuestiones clave en torno a la consulta sobre la versión 4 se presentaron como un documento de información (CICES v 4 Consulta Nota Informativa) que fueron publicadas en la página web de CICES.

El informe final de la última ronda de consultas se presentó a la EEA en diciembre de 2012, y sirvió de base para la respuesta a los comentarios sobre la revisión del SEEA invitado por la División de Estadística de la UN, que se cerró el 15 de enero de 2013.

El documento CICES considera de suma importancia un sistema de clasificación internacional de los Servicios, porque se ha reconocido que si se quieren desarrollar métodos de identificación y de contabilidad, y además realizar comparaciones entre ellos, se hace necesaria una estandarización de estas descripciones que permita vincular los ecosistemas y el bienestar humano de una forma contable (económica). Además una evaluación más general se beneficiaría de enfoques sistemáticos para nombrar y describir los servicios ecosistémicos.

Considera que cualquier clasificación que se lleve a cabo debe ser coherente con los otros marcos que son usados por la comunidad científica para la discusión de los servicios del ecosistema, especialmente en términos de la terminología adoptada.

De esta manera toma como punto de partida la tipología de los servicios de los ecosistemas que se sugieren en la Evaluación de Ecosistemas del Milenio y los ajustes oportunos para reflejar algunas de las cuestiones clave que se han discutido en la literatura de investigación de una manera más amplia.

La clasificación propuesta que se muestra a continuación, conserva tres categorías utilizadas en el EM 2005, pero se organizan de una forma jerárquica: al más alto nivel se ubican las de aprovisionamiento, regulación y mantenimiento, y culturales. Por debajo de estos grandes "secciones" en la clasificación se anidan una serie de "divisiones", "Grupos" y "clases".

- Servicios de aprovisionamiento: son todas las salidas de los ecosistemas que aportan nutrientes, materia y energía. En la estructura propuesta se hace una distinción entre las salidas de aprovisionamiento derivadas de materiales biológicos (biomasa) y del agua. La consulta confirmó la clasificación del agua como un problema, ya que era considerada por algunos como una producción mineral abiótica. La mayoría argumentó, sin embargo, que debe ser incluida; una utilización más amplia de la noción de servicios ecosistémicos sugiere que es apropiado hacerlo.
- Regulación y mantenimiento: cubre todos los modos en que los organismos vivos pueden mediar o moderar el entorno ambiental que afecta la actividad humana. Por lo tanto, abarca la degradación de los residuos y las sustancias tóxicas que son producidos por la explotación de los procesos de los ecosistemas, y que vuelven a conectar los flujos que son alterados por dicha explotación. Los servicios de regulación y mantenimiento también cubren la regulación de los flujos sólidos, líquidos y gaseosos que afectan el comportamiento de la población, así como los organismos vivos que pueden regular las características físico-químicas y ambientes biológicos de la población.
- Servicios culturales: abarca todo lo no material, y normalmente no consuntivo, es decir, aquellos elementos de salida de los ecosistemas que afectan a los estados físicos y mentales de la población. La consulta a los expertos indicó que la clasificación de estos servicios era especialmente problemática en términos de las diferentes terminologías utilizadas por la comunidad en general, que a menudo no hacen una distinción entre los servicios y prestaciones; el término recreación es, por ejemplo, particularmente problemático al respecto. También la clasificación CICES propone que se tenga en cuenta que todos los servicios, ya sean aprovisionamiento o regulación pueden tener un carácter cultural. Por lo tanto recomienda que los servicios culturales sean considerados principalmente como los ajustes físicos, lugares o situaciones que dan lugar a cambios en el estado físico o mental de las personas, y cuyo carácter dependen fundamentalmente de los procesos vivos; que pueden implicar las distintas especies, hábitats y ecosistemas enteros.



**Tabla 5-3. Clasificación CICES V.4.3 Hasta un tercer nivel (Sección, División, Grupo) (Haines-Young & Potschin, 2013)**

SECCIÓN	DIVISIÓN	GRUPO	
<b>Aprovisionamiento</b>	Nutrición	Biomasa	
		Agua	
	Materiales	Biomasa, fibra	
		Agua	
	Energía	Fuentes de energía desde la biomasa	
		Energía Mecánica	
<b>Regulación y Mantenimiento</b>	Remediación de residuos, sustancias tóxicas y otras.	Remediación por la biota	
		Remediación por ecosistemas	
	Regulación de flujos	Flujos másicos	
		Flujos líquidos	
		Flujos gaseosos/ aire	
	Mantenimiento de las condiciones físicas, biológicas y químicas.	Mantenimiento del ciclo de vida, hábitat y protección genética	
		Control de plagas y enfermedades	
		Formación y composición del suelo	
		Condiciones del agua	
		Composición atmosférica y control del clima	
	<b>Cultural</b>	Interacciones físicas e intelectuales con los ecosistemas y los paisajes terrestres / marinos [Propiedades ambientales]	Interacciones físicas y experiencias
			Interacciones intelectuales y de representación
		Espirituales, simbólicos y otras interacciones con los ecosistemas y los paisajes terrestres / marinos [Propiedades ambientales]	Espiritual y/o emblemática
Otras salidas culturales			

La Figura 5-3 ilustra la estructura jerárquica propuesta como una manera de manejar las diferentes escalas espaciales y temáticas utilizadas en diferentes





La exclusión de los servicios de apoyo (también llamados servicios intermedios) no implica que estos no sean importantes o deban ser pasados por alto. Sin embargo, dado que pueden depender de muchas funciones subyacentes y que esas mismas funciones puede soportar una gran variedad de otros servicios, la clasificación CICES decidió enfocarse en la interfaz directa entre los ecosistemas y la sociedad, es decir, los llamados "servicios finales".

### 5.1.3.3 Clasificación FOEN: Swiss Federal Office for the Environment (FOEN)

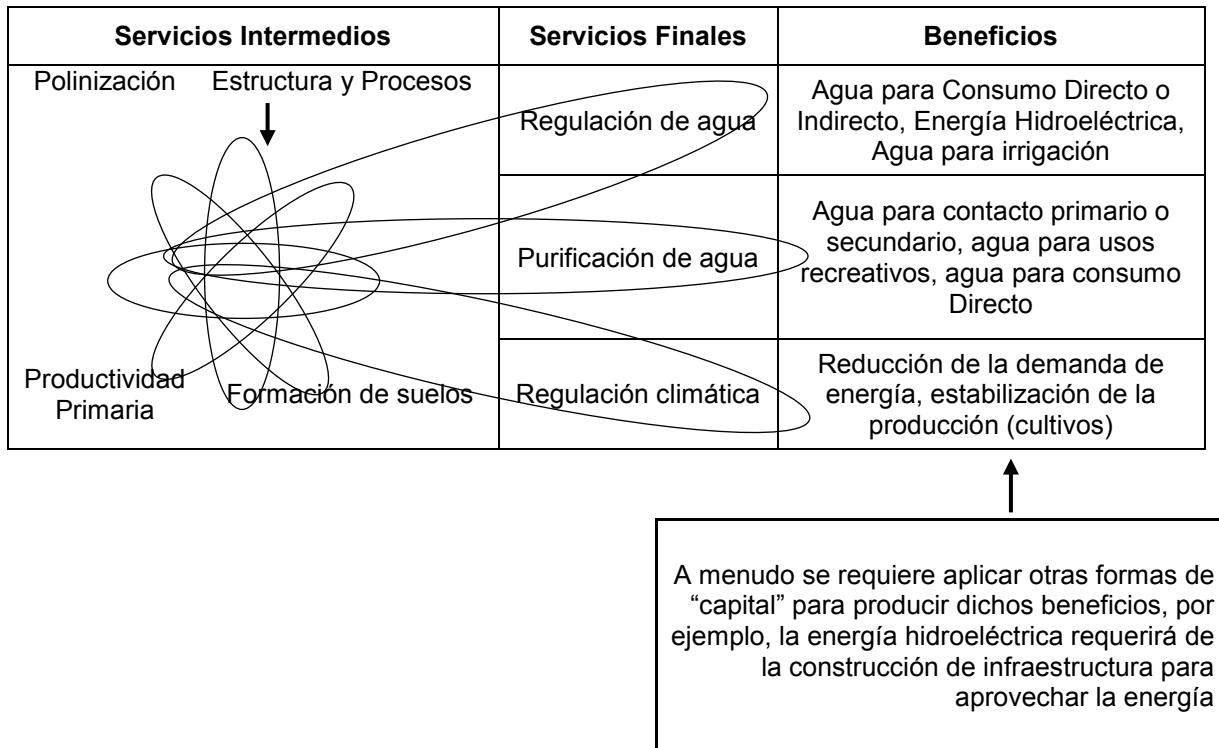
Para aplicaciones que no requieran métodos de contabilidad o economía, la Oficina Federal Suiza para el Medio Ambiente (FOEN) creó una clasificación que tenía como objetivo elaborar propuestas concretas para hacer operativo un "Inventario Final de Bienes y Servicios de los Ecosistemas" (FEGS). El diagrama propuesto es de interés porque muestra cómo beneficios particulares pueden ser relacionados con unas categorías más amplias de servicios que utilizando CICES, así es posible vincular los servicios con las necesidades de la población (salud, seguridad, factores de producción, y la diversidad natural por condición para la existencia de las anteriores).

Evaluación de Ecosistemas del Milenio 2005 Clasificación		Categorías de beneficios (FOEN)			
CICES 2010 Grupos Propuestos		Salud	Seguridad	Factores de producción	Diversidad natural
Servicios de Soporte	Servicios de Aprovisionamiento			Agua para consumo (P1) Plantas de forraje y fertilizantes (P4) Madera (P5) Fuentes de energía renovable (P8) Recursos Genéticos y Bioquímicos (P10)	Biodiversidad como una precondición para todos los servicios ecosistémicos
	Alimentos y bebidas				
	Materiales				
	Energía				
	Servicios de Regulación				
	Regulación de: Procesos de asimilación de residuos Control de riesgos Condiciones biofísicas Componentes bióticos	Microclimas (H5) Calidad del Aire (H6)  Tranquilidad	Servicios protectivos contra desastres (S1) Prevención de inundaciones (S2) Secuestro de carbono (S3)	Polinización y control biológico de plagas Fertilización de tierras (P3)  Descomposición y almacenamiento de	
	Servicios Culturales				
Información Simbólicos Experiencias	Servicios Recreacionales (H1, Sentido de pertenencia (H4)		Paisajes naturales y cultivados valorados	Valor de existencia y diversidad natural	

**Figura 5-4. Relación entre la clasificación CICES y los servicios y beneficios reconocidos en la Oficina Federal Suiza para el Medio Ambiente (FOEN) (después, Staub et al. 2011).**

### 5.1.3.4 Clasificación desde los Servicios Intermedios y Finales

Fisher et al (2011) presentan un esquema en donde los complejos procesos y funciones de los ecosistemas dan lugar a los servicios ecosistémicos (finales e intermedios) los cuales se interconectan con el uso directo del ser humano y en esta medida proporciona beneficios (ver Figura 5-5).



**Figura 5-5. Delimitación conceptual entre los servicios de los ecosistemas y los beneficios derivados de ellos (Fisher, Bateman, & Turner, Valuing Ecosystem Services: Benefits, Values, Space and Time, 2011)**

Con lo anterior se aclara que los ecosistemas otorgan varios servicios que proporcionan varios beneficios para el bienestar humano.

Según la Figura 5-5, pueden considerarse como intermedios, compuestos y finales, y una delimitación de ellos puede ser útil para su identificación en primer lugar y luego para su valoración si se desea realizar. Lo realmente importante es identificar lo que se va a evaluar, es decir, identificar los servicios finales que afectan directamente el bienestar que en un contexto de economía se consideran como beneficios.

### 5.1.3.5 Clasificación según la cadena de producción del servicio.

Potschin y Haines-Young, (2011) proponen la identificación por medio de diagramas de cascada. Al mismo tiempo, incluyen en esta metodología una forma de integrar al ambiente con el sistema económico y social.

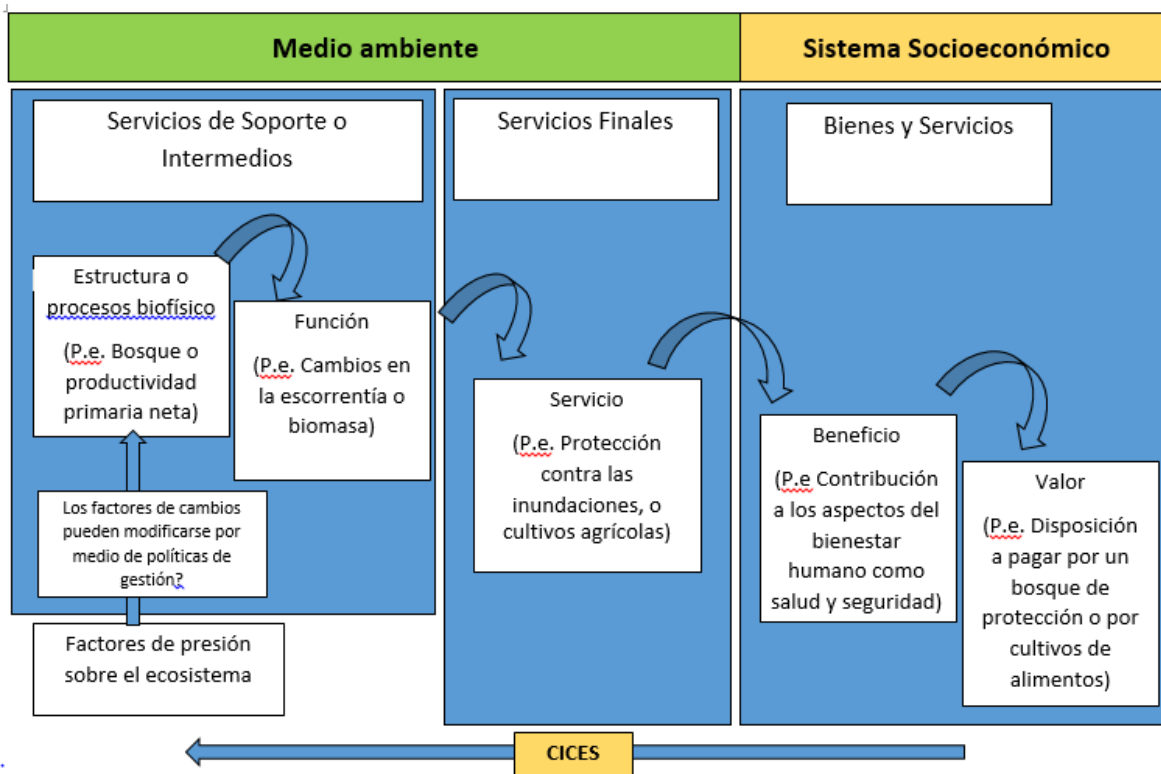


Figura 5-6. La cascada de Servicios Ecosistémicos ( Haines-Young & Potschin, 2013)

En el diagrama se aclara que los servicios ecosistémicos pueden tener tanto valor económico como valor social, y estos últimos pueden adquirir importancia dentro de un contexto cultural, así como moral y estético para algunas poblaciones o beneficiarios. Esta manera de clasificación es coherente en términos de cómo el medio ambiente se vincula con los sistemas socio-económicos, y en particular cómo los flujos producen dichos servicios.

### 5.1.3.6 Proyecto UNESCO - IGCP-604

Las fichas IGCP-604 fueron creadas y desarrolladas por Betancur et al, 2013. No dan una clasificación específica de los servicios ecosistémicos, sino que proporcionan una herramienta para la identificación de los servicios ecosistémicos y valorar su estado. Adoptan la clasificación dada por CICES agrupándolos en tres grupos principales: servicios de abastecimiento, de regulación y culturales.

Son valiosas como un primer acercamiento al tema en lugares en donde no se hayan investigado los servicios que los ecosistemas proveen. Además, incorporan

una búsqueda y organización sistemática de la información, permitiendo realizar comparaciones entre ecosistemas o análisis de tipo global.

La metodología de las fichas IGCP-604 está concebida para diligenciar una serie de planillas con información soportada en bases documentadas, esto hace de ellas un instrumento confiable.

<b>SERVICIOS DEL HUMEDAL/CONJUNTO DE HUMEDALES</b>					
<b>Estado del servicio (E)</b>		<b>Tendencia del servicio (T)</b>		<b>Grado de conocimiento (C)</b>	
A	Alto	1	Mejora del servicio	A	Aceptable
M	Medio	2	Tendencia a mejorar	E	Escaso
B	Bajo	3	Sin tendencia	N	Nulo
I	Inexistente	4	Tendencia a empeorar		
D	Desconocido	5	Empeora el servicio		

<b>Tipo de servicio</b>	<b>Servicio</b>	<b>E</b>	<b>T</b>	<b>C</b>
<b>Abastecimiento</b>	Abastecimiento de agua de buena calidad			
	Abastecimiento de agua para distintos usos			
	Producción natural de recursos alimentarios			
	Producción artificial de recursos alimentarios			
	Producción de materias primas biológicas			
	Producción de materias primas minerales			
	Especies naturales de interés medicinal			
<b>Regulación</b>	Regulación hídrica			
	Depuración de aguas			
	Control de la erosión			
	Regulación climática local			
<b>Culturales</b>	Turísticos			
	Educativos			
	Paisajísticos y estéticos			
	Identidad cultural y sentido de pertenencia			
	Religiosos y espirituales			

(marcar X)

Hay evaluación económica y social

**Figura 5-7. Sección de Servicios de Humedales – Ficha de Diagnóstico Humedales Vinculados a las Aguas Subterráneas, sección Servicios Humedales. IGCP 604 Fuente: (<http://www.mdp.edu.ar/hidrogeologia/IGCP604/objectives.php>).**

FACTORES QUE INDUCEN CAMBIOS DIRECTOS SOBRE LOS SERVICIOS DEL HUMEDAL					
Impacto (I)		Tendencia (T)			
A	Alto	1	Aumenta rápidamente		
M	Moderado	2	Aumenta		
B	Bajo	3	Estable		
I	Inexistente	4	Disminuye		
D	Desconocido	5	Disminuye rápidamente		

Factor		I	T	Comentarios
Extracción de agua	Del humedal			
	De afluentes			
	Subterránea próxima			
	Subterránea de la cuenca			
Explotación biológica	Cultivos			
	Bosque			
	Ganadería			
	Pesca			
Explotación mineral	Otros			
	Combustibles			
	Sales			
	Suelos			
Cambios de uso del suelo	Rocas			
	Otros			
	Deforestación			
	Reforestación			
Modificación del ciclo hidrológico	Manejo del bosque			
	Sustitución de vegetales			
	Agricultura extensiva			
	Ganadería extensiva			
Contaminación	Urbanización			
	Vías de comunicación			
	Otros			
	Drenaje			
Efectos asociados a cambios	Aporte de excedentes de riego			
	Uso de almacenamiento			
	Acciones de recarga artificial			
	Aporte de aguas urbanas			
Efectos asociados a cambios	Otros			
	Difusa agrícola			
	Difusa atmosférica			
	Puntual urbana/industrial			
Efectos asociados a cambios	Cambios en la calidad mineral del agua			
	Cambios en la calidad biológica del agua			
	Oxidación del medio por descenso freático			
	Incremento de la erosión			
Efectos asociados a cambios	Destrucción del suelo biológicamente productivo			

Figura 5-8. Sección de Factores que inducen cambios directos sobre el Humedal – Ficha de Diagnóstico Humedales Vinculados a las Aguas Subterráneas, sección Servicios Humedales. IGCP 604 Fuente: (<http://www.mdp.edu.ar/hidrogeologia/IGCP604/objectives.php>).

#### **5.1.4 ALGUNOS ASPECTOS A TENER EN CUENTA DURANTE LA IDENTIFICACIÓN, CLASIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS**

Una vez se tienen claros y definidos los servicios, se deben considerar sus características y las de los Ecosistemas que los hacen posibles. De esta manera se cuenta con más herramientas para su mejor manejo, gestión, mantenimiento, restauración o la evaluación.

Se debe tener claro que el término de Servicios Ecosistémicos es de gran ayuda cuando se desea describir o materializar una de las formas en las que los seres humanos estamos vinculados y dependemos de la naturaleza. Es difícil clasificarlos porque las conexiones entre las personas y la naturaleza son complejas e interpretadas de diferente forma por los grupos de especialidades que se estén analizando. En algunos casos se pretende solamente identificar y describir los servicios de determinado ecosistema, por eso basta con representarlos espacialmente con un análisis temporal, pero en otros casos se desea valorarlos. Otros pueden estar interesados en cómo los impactos producen cambios en los ellos y en su capacidad de generarlos, así es que desarrollan políticas de manejo.

También están vinculados a sistemas y decisiones de tipo social, por lo tanto el contexto de decisión para utilizar el concepto es crucial para movilizar el concepto y aplicarlo. El término "contexto de decisión" refiriéndose al gran espectro que dan lugar a las elecciones sociales.

A continuación se muestran algunas consideraciones que son importantes para comprender el vínculo ecología-sociedad a través de los Servicios, los cuales se deben tener en cuenta para la toma de decisiones y lo que motiva a la definición o utilización del concepto. Todas estas características están relacionadas entre sí e interactúan de alguna manera.

##### **5.1.4.1 Complejidad**

Teniendo en cuenta que los sistemas naturales son complejos, las interacciones a las que hay lugar en su estructura también lo son. Hacen parte de la dinámica del sistema, y estas son responsables de la creación y del mantenimiento de los servicios. Es por esta razón que la identificación de los componentes que hacen posible un servicio se hace difícil, puesto que algunos no se pueden medir o estimar de manera directa. Es muy probable que no se tenga conocimiento de todas las interacciones y dependencias entre los componentes y los procesos que allí se desarrollen, por esto se debe realizar una delimitación entre los servicios intermedios, finales y beneficios con el fin de obtener una mejor exploración del sistema de una manera global y suficientemente clara para lo que se quiere identificarlos o valorarlos.



#### **5.1.4.2 Diferencias entre Servicios y Beneficios**

En EM 2005, los Servicios son definidos como los Beneficios que los humanos obtienen de los ecosistemas, pero autores como Fisher et al. (2011) consideran que esto no es una definición operacional para todos los propósitos; así los esfuerzos deben ser más cuidadosos en clasificar y entender los servicios ecosistémicos para tomar decisiones un poco más operacionales.

Las interacciones entre varios servicios que pueden identificarse como intermedios, producen servicios finales y al mismo tiempo, múltiples beneficios y beneficiarios. A este fenómeno denominado la producción conjunta (Daily, 1997) es una característica importante la cual es útil diferenciar con el fin de derivar clasificaciones en ciertos contextos de tomas de decisiones.

Los servicios intermedios y los finales se producen por los mismos procesos ecológicos. Los intermedios son similares a los de soporte del EM 2005 y se combinan de una forma compleja para proveer servicios finales los cuales tienen efectos directos en el humano.

Esta es otra forma de organización del esquema de producción si se toma alguna de las clasificaciones mostradas en el numeral 5.1.3.

En particular para la construcción del documento de Clasificación Internacional Común (Haines-Young & Potschin, 2013), se ha confirmado la importancia de hacer una clara distinción entre servicios de los ecosistemas, los bienes de los ecosistemas o los productos y los beneficios de los ecosistemas, y recomiendan las siguientes definiciones:

- Servicios finales: son las contribuciones que hacen los ecosistemas para el bienestar humano. Estos se consideran como un elemento de salida que afectan más directamente. Deben mantener una conexión con las funciones de los ecosistemas subyacentes, los procesos y las estructuras que los generan.
- Bienes y prestaciones los crean o derivan las poblaciones de los servicios finales. Estos se han convertido en productos o experiencias que no están conectados funcionalmente a los ecosistemas de los que se derivaron. Los productos y beneficios pueden ser referidos colectivamente como "productos".
- El bienestar humano surge de un acceso adecuado a los materiales básicos para una buena vida que garantiza la libertad de elección y acción, la salud, las buenas relaciones sociales y la seguridad. El estado de bienestar depende en parte de la producción total de bienes y prestaciones de los ecosistemas.

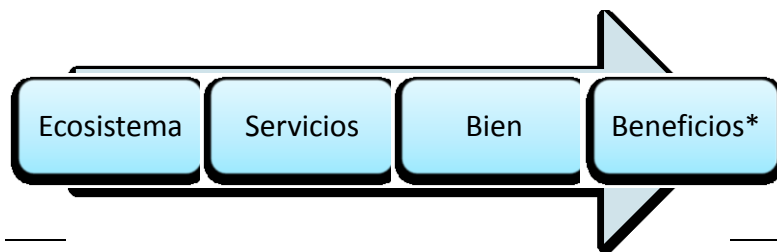
En el contexto de CICES, el punto clave es que es una clasificación de **los servicios** y no de los **beneficios**.

Parte del problema que impide hacer la distinción entre los servicios y beneficios es la identificación de qué es lo que cambia el bienestar humano. Mientras que la



Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MA, 2005) se refiere a los bienes y servicios como sinónimo, otros (por ejemplo Bateman et al., 2011) han argumentado que es importante distinguir entre ellos, y que los bienes como los beneficios son las cosas que se pueden valorar; fundamentalmente son las cosas "producidas" en el servicio final que luego afectan al bienestar.

Argumentan que la distinción entre el servicio y el bien es necesario porque se tiene que tener en cuenta el hecho de que una única salida o output del ecosistema (por ejemplo, árboles) puede ser usado para crear una gama de diferentes productos (por ejemplo, madera para la construcción, para combustible, etc). Los beneficios que se derivan de estos bienes también pueden variar de un lugar a otro y pueden a su vez depender de la combinación de diferentes tipos.



\*Cambian dependiendo del lugar y de la población.

#### 5.1.4.3 Espacio y Tiempo

Los servicios ecosistémicos no son homogéneos a través del espacio y no son un fenómeno estático. Esta variabilidad espacio temporal es una característica que puede ayudar en el entendimiento y la clasificación. Por ejemplo el servicio es producido in-situ pero el beneficio es afuera.

Su valor depende del lugar en donde este se crea, en dónde ocurre el beneficio y además, el tiempo en el cual ocurre su creación. El hecho de que la valoración es temporal y espacialmente contextual, amerita que se analicen estos dos términos en conjunto.

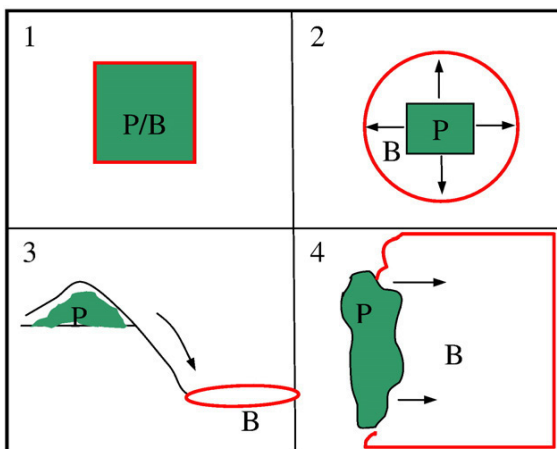
Fluyen de un punto de producción a un punto de uso. Este flujo cambia a través del espacio de tres maneras:

- El propio proceso de generación del servicio varía en función de propiedades biofísicas.
- Los beneficios y beneficiarios cambian a través del paisaje.
- Los costos de la prestación varían a través del espacio.

Otra forma de clasificación puede ser por sus características espaciales. Existen clasificaciones paisajísticas, consisten en mapas que representan los lugares en donde se producen los servicios y en donde se hace un beneficio de estos. Ver Figura 5-9.

- In-situ: donde son generados y la población se beneficia de ellos en el mismo lugar.
- Omnidireccional: son prestados en un lugar pero el beneficio se da en el paisaje sin sesgo direccional.
- Direccional: se prestan en una ubicación específica debido a la dirección del flujo.

En este tipo de mapas se reproduce en dónde se deben hacer las intervenciones o las gestiones, y permiten realizar un reconocimiento de las características del ecosistema como por ejemplo la dinámica espacio – temporal, si el bien es público o privado, y la dependencia de la prestación de servicios.



1. Tanto la prestación de servicios y el beneficio se producen en la misma ubicación (por ejemplo, la formación del suelo, el suministro de materias primas). 2 Se presta el servicio omnidireccional y beneficia al paisaje de los alrededores (por ejemplo, la polinización, la captura de carbono). 3 y 4 muestran los servicios que tienen beneficios direccionales específicos. En el panel 3, por unidades de pendiente se benefician de los servicios prestados en las áreas de mayor altitud, por ejemplo, servicios de regulación de agua suministrada por las reservas forestales. En la gráfica 4, la unidad de la prestación de servicios podría ser humedales costeros que prestan servicios de protección contra tormentas e inundaciones a una costa

**Figura 5-9. Relaciones espaciales entre las zonas de producción de servicios (P) y áreas de beneficio servicio (B). . (Fisher, Turner, & Morling, Defining and classifying ecosystem services for decision making, 2008)**

Por lo anterior la prestación depende de sus propios procesos ecológicos; la magnitud, los beneficiarios y los costos a través del espacio, son aspectos críticos para cualquier proceso de su identificación y posterior evaluación.

Esto exige por ejemplo, si se habla de valoración, de modelos ecológicos espacialmente explícitos con una detallada comprensión de los interesados de los beneficios y el conocimiento de todos los costos.

Además, es muy importante considerar otros aspectos durante la identificación:

- Las condiciones o los propios procesos ecológicos cambian con el tiempo. Cambios futuros en la condición o función del ecosistema puede ser moderado con base en los cambios del pasado y en diferentes escenarios.

- Las preferencias de las sociedades cambian. Por ejemplo los humedales fueron anteriormente tratados como lugares para depositar residuos. Hoy son considerados lugares con hábitats inigualables. El cambio de esta preferencia se puede explicar por la disminución de la oferta de los bienes que proveen.
- Así como las preferencias de las sociedades cambian, también tienden a preferir beneficiarse de los servicios en una forma más inmediata que tardía. Si se realiza una valoración económica, el economista no debería adoptar las preferencias de un descuento del individuo, sino más bien utilizar una función social de descuento.

#### **5.1.4.4 Precio vs Valor**

El precio puede ser interpretado como una porción del valor subyacente que se realiza dentro del mercado de un bien en particular; en muchos casos el precio puede ser aproximado al valor. Un ejemplo, es el precio y el valor del agua, cuya divergencia puede ser muy sustancial y es una característica de muchos de los bienes producidos por el entorno natural. Pero cómo medir el valor o la utilidad que proporciona cualquier bien dado? Sería útil preguntar sobre la cantidad de individuos que están dispuestos a pagar por cambios en el suministro de bienes (voluntad de pago), y en dicho caso se estaría hablando de Valor. Si se analiza el verdadero valor pagado o real, se estaría hablando de Precio.

## **5.2 INTERACCIÓN AGUAS SUBTERRÁNEAS – HUMEDALES**

La modelación de los procesos hidrológicos es una herramienta útil y confiable para el conocimiento de la estructura y función de los humedales; los aportes del componente biótico, la acumulación y exportación de materia orgánica, el ciclo de nutrientes y la dinámica de la vegetación pueden ser comprendidos a partir del conocimiento de los flujos hidrológicos y de su modelación (Mitsch & Gosselink, 2000).

Desde la década de 1970, se han adelantado muchos modelos de procesos hidrológicos vinculados a los humedales (por ejemplo, (Bayley & Odum, 1976), (Hopkinson & Day, 1980), (Mitsch, Straškraba, & Jorgensen, Wetland Modelling, 1988), (Cronk & Mitsch, 1994), (Winter & Rosenberry, 1998). La relación acuífero-cuerpo de agua superficial, ha sido estudiada desde la respuesta de un medio a las variaciones en el otro en términos físicos, el origen del agua y los procesos de mezcla

Más recientemente, la investigación ha demostrado que la modelación de procesos hidrológicos como el hidoperíodo, las velocidades de flujo, la variabilidad y duración de flujos y caudales, la recesión de inundaciones entre otros, afectan significativamente la dinámica de los ecosistemas de humedales de agua dulce y salada.

Uno de los componentes fundamentales del ciclo del agua corresponde a las interacciones entre la superficie y los componentes del subsuelo; dentro de ellas –

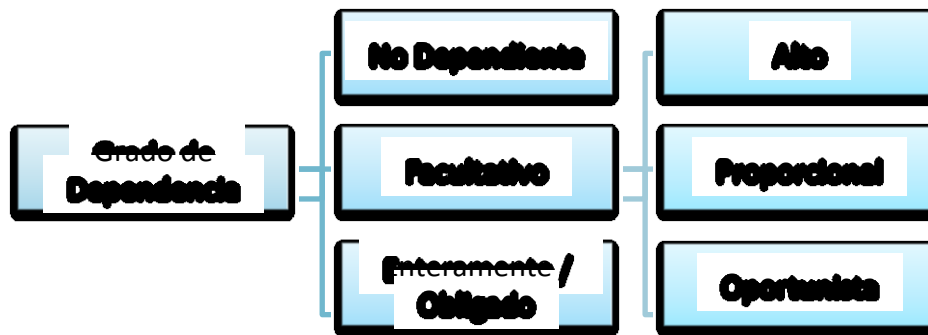
por ser ecosistemas altamente productivos, albergues de una amplia diversidad biológica, fuentes de agua y escenarios de productividad primaria para varias especies animales y vegetales- son particularmente importantes los sistemas de humedales hidrogeológicamente dependientes.

Las diferentes contribuciones hídricas, incrementan la diversidad areal y las formas de fluctuación, tales como profundidad del agua, extensión, salinidad y condiciones químicas, lo cual es importante para la biodiversidad. Se incluyen humedales típicos en que se encuentra agua en superficie, y que pueden pasar gradualmente a lagunas, lagos y áreas fluviales; praderas húmedas y áreas en las que no hay una superficie de agua continua sino por parcelas; criptohumedales cuando el agua subterránea no aflora en superficie pero mantiene la vegetación se tiene un humedal profundo.

Las áreas de descarga normalmente son una pequeña parte de un acuífero y tienden a estar localizadas puntualmente o a lo largo de franjas continuas o discontinuas. La filtración vertical a través de estos sedimentos poco permeables puede jugar el papel de mantener los humedales, o de retrasar su secado, o de crear flujos de descarga locales allí donde los sedimentos son discontinuos o más permeables, formando manantiales y a menudo lodazales y arenas movedizas.

La mayoría de humedales que dependen del agua subterránea corresponden a algunas de las áreas más bajas, pero no necesariamente. Cuando la permeabilidad es relativamente baja y la recarga es importante, el nivel freático está en general cerca de la superficie del terreno excepto en las áreas de mayor elevación. En las deprimidas regionales la contribución de agua subterránea puede ser casi constante, independiente de la fluctuación estacional e interanual de la precipitación, y por tanto de la recarga, a causa del gran tiempo de renovación del agua en el sistema, que puede ser de muchos años a milenios.

Los ecosistemas dependientes del agua subterránea pueden clasificarse en 1) ecosistemas no dependientes, que ocurre sobre todo en las zonas de recarga y no tienen conexión directa con el agua subterránea, 2) ecosistemas facultativos, que requieren del agua subterránea en algunas áreas, sobre todo cuando tienen la opción de acceder a fuentes alternativas para mantener su función ecológica, 3) ecosistemas totalmente dependientes, restringidos a las zonas de descarga o dentro de los acuíferos como cuevas subterráneas (NSW Department of Primary Industries Office of Water, 2012). Ver Figura 5-10.



**Figura 5-10. Grados de dependencia de las Aguas Subterráneas y de los Ecosistemas ( NSW Department of Primary Industries Office of Water, 2012).**

Específicamente los humedales dependientes de aguas subterráneas facilitan el flujo de agua entre el sistema subterráneo y el superficial. Las interacciones de los primeros con humedales pueden agruparse en tres categorías que se centran en las ganancias y las pérdidas de agua de entre los dos sistemas, así:

- Sistemas perdedores o de recarga:

El agua del humedal proviene de la subterránea.

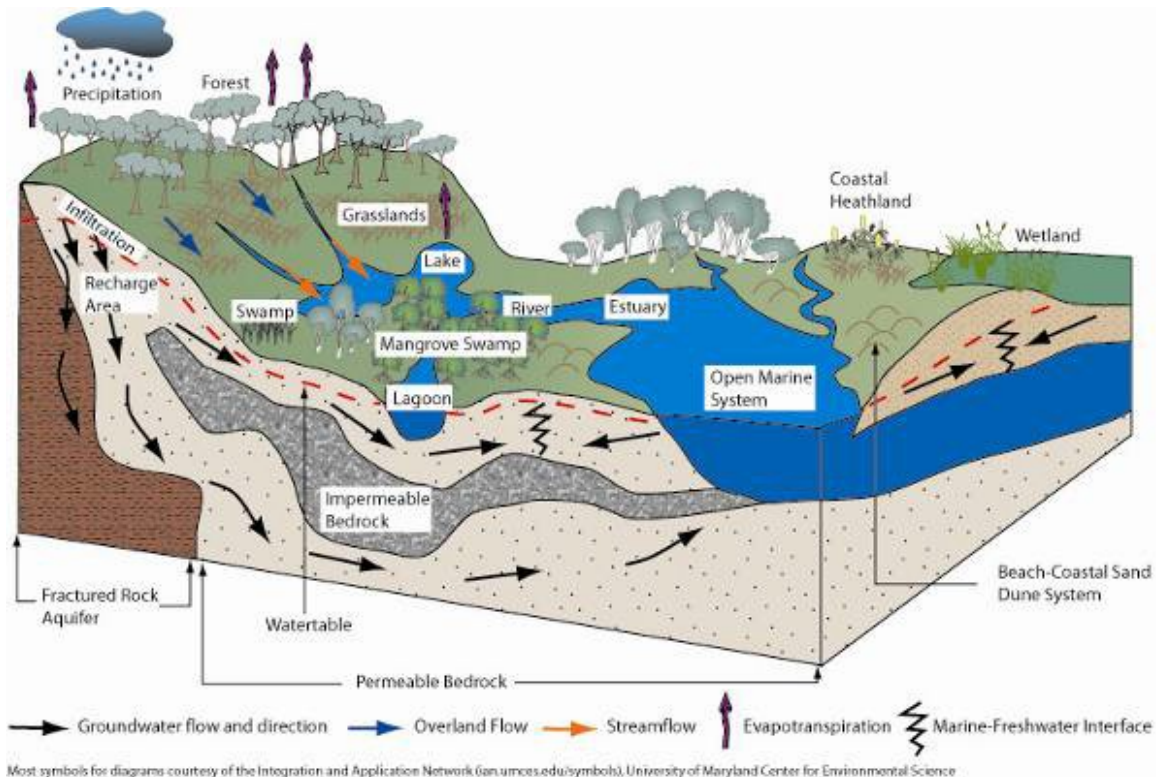
- Sistemas ganadores o sistemas de descarga:

El agua sale del sistema subterráneo y entra en las aguas de una zona de humedales.

- Sistemas de flujo continuo

El intercambio de agua entre los dos sistemas es continuo.

Los humedales dependientes del agua subterránea ocupan posiciones en el paisaje, en donde factores como la topografía, la geología y la forma del suelo determinan su forma y tipo.



**Figura 5-11. Humedales que ocupan diferentes posiciones topográficas en el paisaje. (NSW Department of Primary Industries Office of Water, 2012)**

Antes de emplear un método para conocer, medir, observar y controlar las relaciones entre el agua subterránea y el humedal bajo condiciones naturales, y para evaluar y predecir el impacto de las actividades humanas, se deben tener en mente algunos aspectos específicos, tal y como lo recomienda Custodio (2001). Estos son:

- Características locales y naturaleza de los sedimentos en y alrededor del humedal.
- Incluso si el humedal está sobre el acuífero, la mayoría del intercambio de agua se puede realizar sólo en algunas áreas.
- La cuenca subterránea que aporta, y las áreas de entrada y salida del caudal pueden cambiar el comportamiento de los niveles freáticos y modificarse la forma y disposición de las extracciones.
- El transporte de masa puede estar controlado por heterogeneidades locales.
- Es necesario conocer tridimensionalmente el flujo del agua subterránea, por lo menos en áreas próximas al humedal.
- Las redes de vigilancia y muestreo se han de diseñar conforme a la naturaleza tridimensional del flujo, de la calidad, y a las características locales del intercambio entre la superficie y el terreno.
- Un asunto clave es el conocimiento detallado del nivel freático y de su dinámica en el humedal y su entorno.



- h) Para definir el transporte de masas puede ser necesario disponer de los valores de la capacidad de intercambio iónico y las características de los suelos y sedimentos.
- i) Para anticipar y prever los problemas de contaminación hace falta estudiar y vigilar la zona no saturada en zonas seleccionadas, así como considerar procesos locales tales como la repelencia al agua de la arena seca, que pueden afectar a la forma y caudal de recarga.

### **5.2.1 MODELO HIDROGEOLÓGICO URABÁ ANTIOQUEÑO**

La Autoridad Ambiental de la zona, Corpourabá, decidió delimitar la zona de humedales asociados al Río León con el fin de ejercer un mejor control de la gestión ambiental. Para ello, contrató a la Universidad de Medellín para delimitar los humedales en el área de influencia de los municipios de Apartadó, Carepa, Chigorodó y Turbo, en el año 2014. Se realizó bajo la óptica de tres grandes variables: suelos, vegetación de humedales y modelos hidrológicos.

- Indicadores hidrológicos. Algunos indicadores de la zona de humedal son: presencia de agua estancada o fluyendo en el área durante temporada húmeda, o presencia de suelos saturados; marcas en árboles o construcciones que indiquen que el área tiene inundaciones periódicas; pequeños depósitos ubicados en dirección del flujo; registros de sedimentos fluviales en árboles; registros históricos de inundación.
- Indicadores suelo. Según la topografía y el material parental, se pueden identificar los humedales del río León. En su mayoría, suelo de origen sedimentario y topografías planas. Suelo hidromórfico no drenado. Suelos con procesos de reducción y oxidación constantes, entre otros.
- Indicadores vegetación: plantas hidrofíticas que pueden crecer y sobrevivir en agua o en suelos que periódicamente se encuentran en condiciones anaerobias.

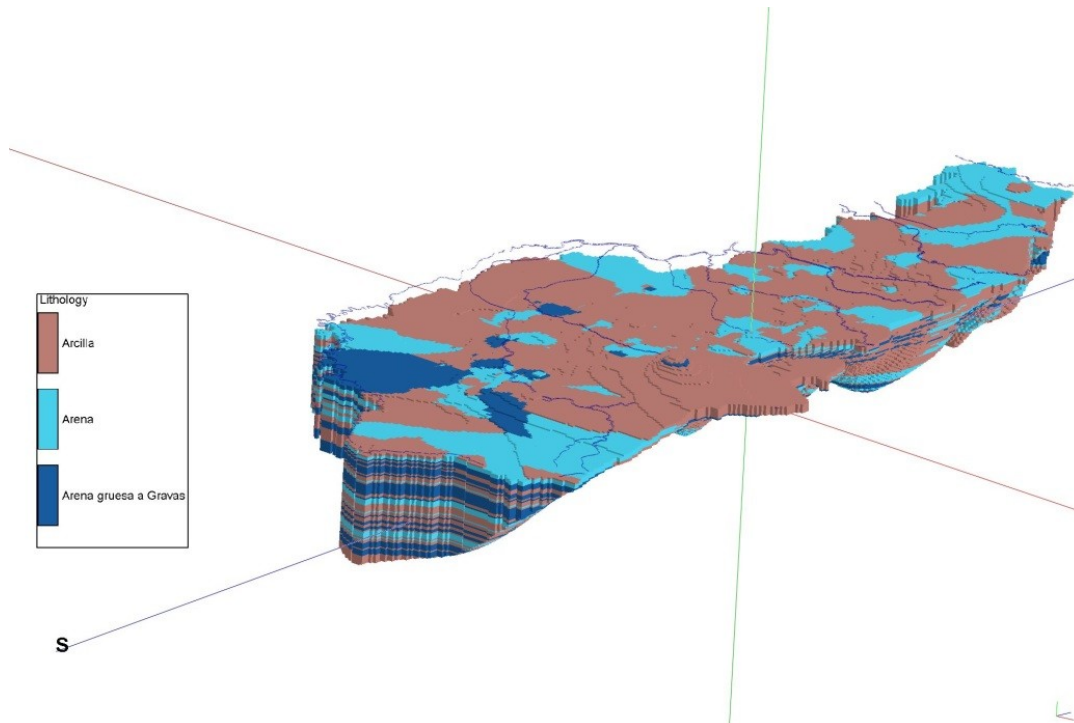
Se considera que uno de los análisis más importantes, lo constituyó el procesamiento de datos de los años 1993, 1994 y 1995 del modelo hidrogeológico realizado por INGEOMINAS en 1995, puesto que levantar información detallada en la zona sobre suelos y vegetación es dificultoso.

A partir de la información hidrogeológica se reprodujo el comportamiento del nivel freático y su ascenso e interpretando que el espesor de la zona no saturada se obtiene de las diferencias entre el modelo digital de elevación y los mapas piezométricos. Así, las zonas donde estos valores son negativos se interpretan como zonas inundables y de esta manera es factible delimitar la zona de humedales (Universidad de Medellín, 2012).

Como insumo para dicha delimitación, el Servicio Geológico Colombiano, anteriormente avanzó en 1995 avanzó en el desarrollo de un modelo del recurso hídrico subterráneo de la región del Urabá y con él se identificaron dos unidades hidrogeológicas de carácter acuífero, bajo el esquema de una capa libre y una

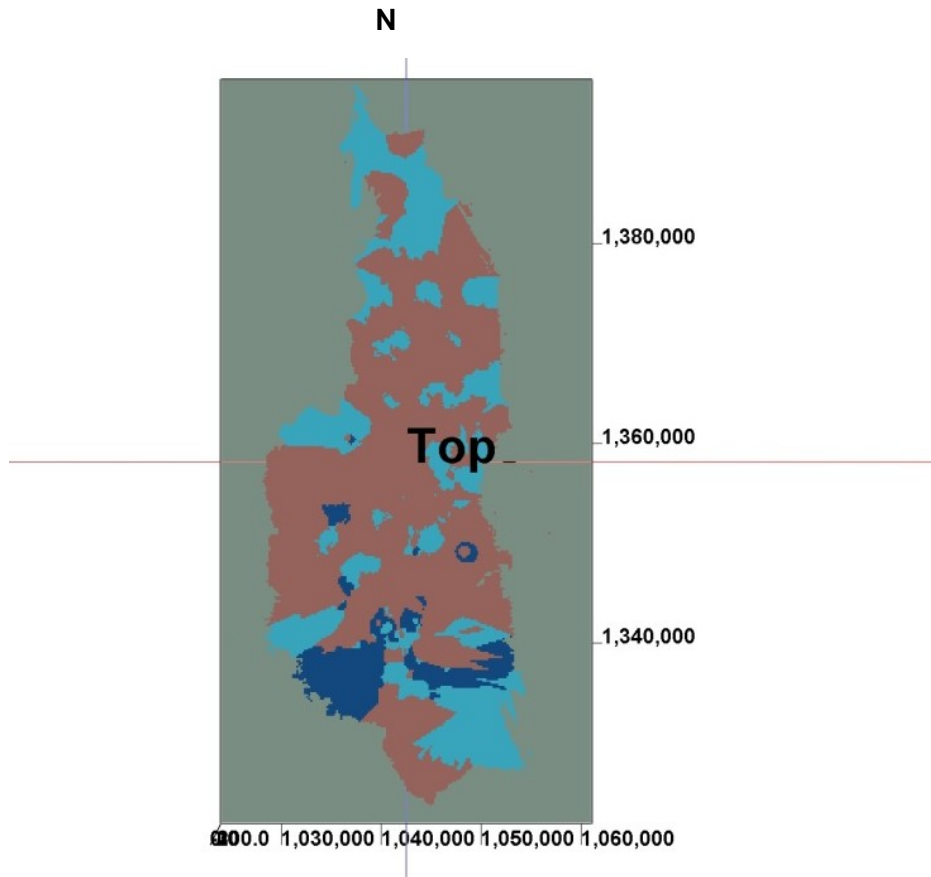
confinada. Los depósitos del Cuaternario representan un acuífero libre y la unidad intermedia –T2B- de la Formación Corpa constituye un acuífero confinado; T2C representa un acuitardo y T2A es el basamento hidrogeológico. La geometría de este modelo se refinó empleando los resultados del estudio de modelamiento de acuíferos utilizando Sistemas de Información Geográficos para la zona de Urabá (Betancur, 1996) (Ver Sección 5.2 del Marco Teórico y Estado del Arte).

Posteriormente en el 2014, la Universidad de Antioquia perfeccionó el modelo existente con el análisis y depuración de nueva información recolectada por la Autoridad Ambiental Corpourabá entonces. Mediante la interpretación de columnas estratigráficas, registros eléctricos de pozos, sondeos eléctricos verticales etc., se reinterpretó el modelo hidroestratigráfico, replanteando el carácter de las unidades hidrogeológicas definidas desde el modelo de INGEOMINAS (1995). La incorporación de los resultados de pruebas de bombeo disponibles permitieron realizar una caracterización de las propiedades hidráulicas del sistema acuífero y la información de las redes de monitoreo piezométrico se utilizó para definir las superficies equipotenciales y redes de flujo de agua subterránea. De esta manera se construyó el nuevo modelo hidrogeológico conceptual del sistema objeto de estudio, el cual corresponde a un acuífero multicapa, constituido por una serie alternada de capas permeables, semi-permeables e impermeables.



**Figura 5-12. Vistas del modelo geométrico, modelado en RockWorks. (Universidad de Antioquia, 2014). Colores: Marrón Arcilla, Azul claro, Arena, Azul Oscuro Arena gruesa a grava**





**Figura 5-13. Vista en planta del sistema acuífero. (Universidad de Antioquia, 2014). Colores: Marrón Arcilla, Azul claro, Arena, Azul Oscuro Arena gruesa a grava**

Los resultados de esta actualización, hacen concreto y tangible los cambios que pueden asignarse al factor “sorpresa” que yace innato en el conocimiento de los sistemas naturales. A partir de lo encontrado, se cuenta ahora con una nueva representación de la realidad con la cual se empezaran a repensar la causa de los procesos y condiciones del acuífero que no podían ser explicadas bajo el esquema de una capa libre y una confinada. La imagen de un acuífero multicapa debe empezar a ser pensada, asimilada y comprendida, y producto de ella incorporada a la gestión.

A partir de las superficies piezométricas representadas y de datos hidrogeoquímicos, el estudio encontró que en general el flujo de agua subterránea tiene dos componentes: una hacia noroeste (golfo de Urabá) y otra en dirección al río León. Al occidente del área de estudio se observa una línea de pozos surgentes en dirección sur-norte y en la zona costera la cota piezométrica siempre está por encima del nivel del terreno, aspecto sumamente importante porque actúa como barrera contra una posible intrusión marina.

Este comportamiento del flujo permite inferir que la zona de recarga del acuífero confinado está localizada al oriente del área de estudio, hacia la Serranía de Abibe.

El agua fluye desde la Serranía de Abibe hacia el cauce del río León en el centro y sur, y hacia el golfo de Urabá siguiendo una tendencia sureste-noroeste al norte. Para algunos periodos se identifica una divisoria de aguas subterráneas siguiendo una alineación suroeste-noreste a través de la zona al norte del aeropuerto del municipio de Chigorodó. Esta tendencia direcciona flujos subterráneos hacia el noroeste o hacia el suroeste.

Con el análisis de las líneas de flujo (Figura 5-14) se hace evidente la relación existente entre el sistema hídrico superficial y subterráneo, encontrando que el flujo subterráneo alimenta los humedales del río León, cuya dirección se da en sentido Este-Oeste, desde las estribaciones de la Serranía de Abibe y en el sentido del río León, a cuya llanura de inundación están asociados los humedales de interés.

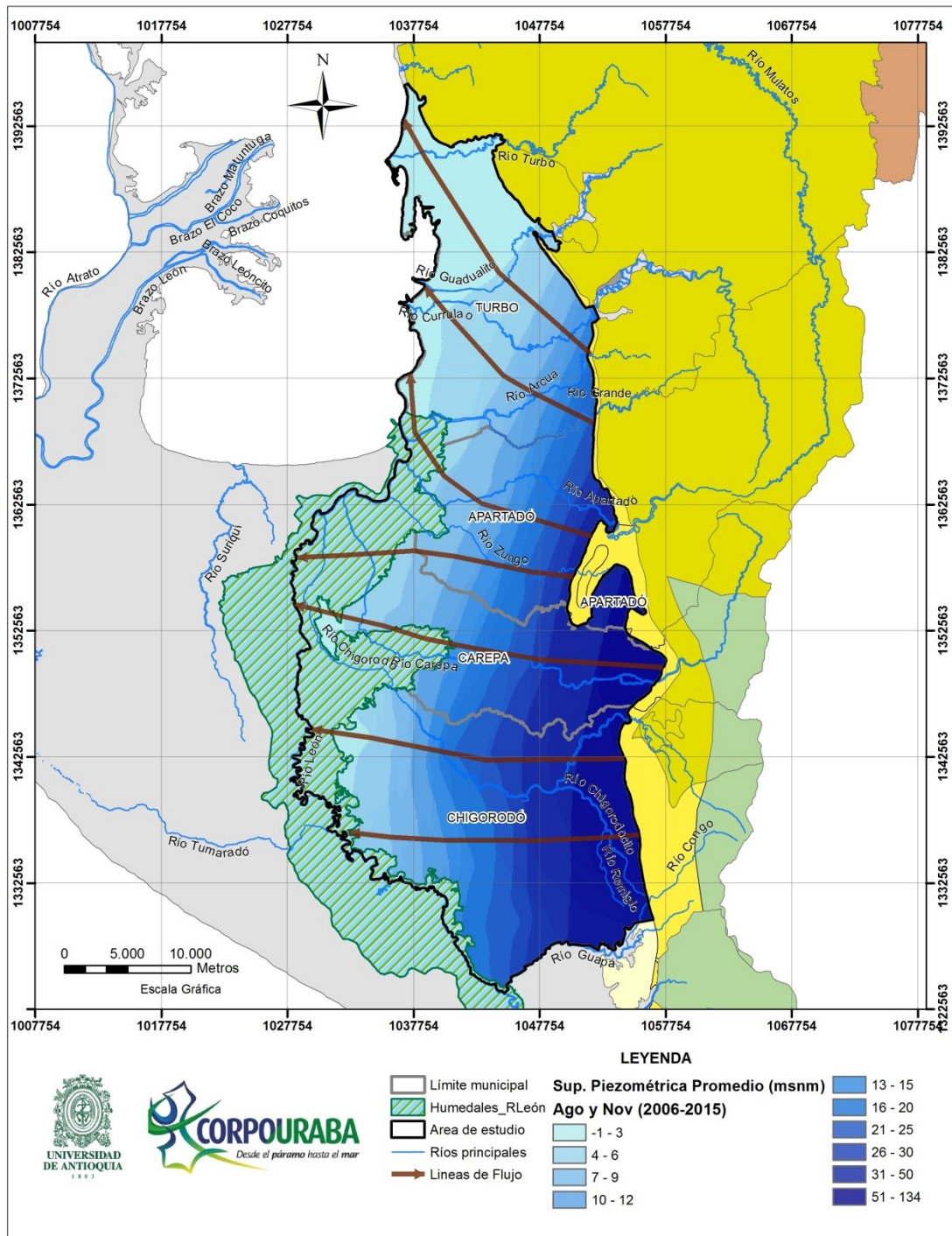


Figura 5-14. Superficies piezométricas construidas para la zona de estudio (Achurado en verde: humedales). (Universidad de Antioquia, 2014)

### 5.3 COMPONENTE SOCIAL HUMEDALES ASOCIADOS AL RÍO LEÓN

La configuración física de los humedales anteriormente descrita es concebida como la gran “ordenadora” del territorio, es decir, a partir de su forma las poblaciones que allí se asientan conforman su vida moldeándose a las condiciones de las características biofísicas allí imperantes. El humedal es interpretado al mismo tiempo como un producto socioespacial activo y en permanente transformación que articula imaginarios, prácticas, saberes y proyecciones de comunidades locales, sectores económicos, actores armados, entidades internacionales e instituciones gubernamentales y no gubernamentales.

De acuerdo con las estadísticas actualizadas del Sistema de Información de Beneficiarios –SISBEN- de los municipios de Chigorodó, Carepa, Apartadó y Turbo, para el año 2014 habitan en las veredas del área de estudio un total de 11.836 habitantes (INER, 2014).

Los procesos de asentamiento de las poblaciones en el Urabá antioqueño están regidos por conflictos de distinto orden y por la condición de habitar un espacio con un régimen ecológico que impone serias restricciones propias de la alternancia de fuertes inundaciones y sequías.

A través del tiempo, se reconocen tres procesos de poblamiento de carácter económico e infraestructural que diferencian las formas de interactuar entre la sociedad y el humedal: 1) la actividad extractiva de Maderas del Darién (1950-1990), 2) el trazado y construcción de la carretera panamericana (años 1970s) y puertos bananeros, 3) la expansión de la actividad productiva de banano y ganado hacia la zona de humedal desde hace aproximadamente 10 años.

- Maderas del Darién (1953)

La instalación de Maderas del Darién en 1953 hasta la década de los 90, generó el mayor desequilibrio hídrico del ecosistema e hizo posibles futuras intervenciones de desecación de los humedales. La explotación de maderables motivó el poblamiento del río León con explotadores independientes, contratistas o empleados de Maderas del Darién.

Esta actividad modificó la morfología natural del humedal y su red de drenaje, pues para sacar la madera por los ríos hasta la desembocadura del León, se abrían canales artificiales y realizando movimientos de tierras que se depositaban en las orillas se configuraban terraplenes o jarillones utilizados como lugares de cultivo y de asentamientos duraderos que permitían el ingreso de nuevos pobladores. Tenían vocación de jornaleros en las bananeras del centro de Urabá durante los años setenta y ochenta, cuya ocupación era la agricultura aunque no tenían tierras para cultivar. Otros llegaron al humedal, expulsados de sus parcelas por la instalación de las fincas bananeras o porque huyeron a la violencia que se desató por el enfrentamiento entre sindicatos, EPL (Ejército Popular de Liberación de Colombia) y FARC (Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia). Finalmente, otros más, encontraron en el humedal la oportunidad para adquirir

tierras baldías una vez se abrió la carretera panamericana entre El Tigre y Lomas Aisladas.

- Trazado y construcción de la carretera Panamericana (1970's) y puertos bananeros

La apertura de la Carretera Panamericana en la década de 1960 en dirección a los ríos León y Atrato desde el sitio El Tigre en Chigorodó, fue una oportunidad para la instalación de colonos en tierras baldías y el inicio del clásico ciclo colonizador de apertura-mejora-venta de tierras-apertura. Tal ciclo dio paso al establecimiento de las primeras ganaderías en el humedal, en realidad una actividad improductiva, dado que el interés de los propietarios era la inversión y especulación con las tierras en esta zona estratégicamente situada en la vía que conectaría con Panamá y también como fachada de la incipiente actividad del narcotráfico a fines de los años setenta. Igual sucedió al norte de Urabá.

En esa misma época se establecieron ahí las FARC (Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia) e hicieron de la colonización en marcha un puntal importante de su proyecto revolucionario que tuvo su capítulo en el humedal. Esta será la disculpa para el ingreso paramilitar en calidad de contrainsurgentes en la segunda década de los años 1990 y el encubrimiento de un proceso de concentración de la propiedad.

Desde finales de la década de 1970, el naciente negocio del narcotráfico usó las tierras que conectaban con las selvas y canales distribuidos por toda la región hacia el río Atrato y el golfo; esta actividad del narcotráfico fue el preámbulo del infortunado proyecto paramilitar de la segunda mitad de la década de 1990 con el que se redistribuyó la población del humedal y cambió su dinámica.

Por su parte la construcción de la infraestructura de los embarcaderos de Zungo y Nueva Colonia crearon emplazamientos que fueron atracción para mano de obra disponible en la región; configuraron dos asentamientos concentrados de carácter semiurbano, asociados con labores portuarias que produjeron una espacialidad urbana en el humedal, de carácter espontáneo, paulatino y precario, por estar en zonas con restricciones ambientales para configurar asentamientos definitivos. Lo paradójico es que la instalación de la infraestructura portuaria fue la excepción a la regla al permitirse transformar el humedal de una manera radical (construcción de un canal, desvío de las aguas al río León, infraestructura pesada y estable) mientras que los pobladores de este asentamiento, que habitan en barrios de invasión, nunca podrán mejorar sus viviendas por estar en zonas de alto riesgo.

- Expansión de la actividad productiva del banano y ganado en los últimos 10 años hacia el humedal.

Hace aproximadamente diez años la producción bananera y la ganadería crecieron en la región. Las actividades ganaderas se concretaron en la creación de nuevas empresas algunas de ellas derivadas de los cambios en la tenencia de la tierra que dejó la guerra paramilitar.



Por su parte la expansión del banano tuvo que ver con la apertura de nuevos mercados pero no por efectos del conflicto armado pues entre las 35 mil hectáreas que tiene el sector bananero, pocos de ellos tienen problemas de tierras.

La fertilidad natural de los suelos del humedal, los nuevos mercados y la localización de las tierras sobre la margen derecha del río León -eje fluvial clave en la dinámica económica de la región en términos de movilidad y transporte-, se constituyen en elementos de gran atracción para la expansión de la producción bananera en la planicie aluvial, continuando con la tradición de este cultivo que comenzó en el eje bananero. Esta actividad ya tradicional en la región, tiene productores entre 40 y 50 años de radicación y otros más recientes que llevan entre 15 años y 20 años en la actividad.

Al mismo tiempo con estos procesos de desarrollo económico, otros sucesos "ex situ" participaron de la colonización del humedal encontrando allí una oportunidad para vivir en la cuenca del León. Esos procesos fueron: 1) la violencia entre los partidos políticos Liberal y Conservador de los años 1950s que convirtió a toda la región en zona de refugio liberal (proceso político nacional), 2) el traslado de la United Fruit de Santa Marta y la instalación en los años 1960s en las zonas productivas de Urabá, donde estaba asentada una población campesina que fue desplazada hacia zonas de humedal, 3) el establecimiento de la guerrilla en la región.

Alrededor de estos eventos que configuraron el humedal, la población asimiló su territorio en diferentes espacialidades las cuales se describen a continuación:

- Espacialidad campesina parcelera

Los campesinos parceleros configuran un territorio caracterizado por cinco particularidades: 1) el carácter discontinuo, 2) la autonomía territorial relativa por la tenencia como poseedor tradicional, 3) el uso combinado de la parcela en agricultura, ganadería, pesca y reserva forestal a pequeña escala, 4) el desempeño en otros oficios por fuera de la parcela mediante una práctica multiterritorial para completar la insuficiencia dentro de la parcela, 5) la posibilidad de respaldar con su tierra el acceso a los programas institucionales para fomento del campo.

Sus concepciones y prácticas dentro de un tejido híbrido de cultura anfibia/acuática, se caracterizan por la relación estrecha con el agua y los espacios de transición agua-tierra, y que interactúa con las actividades ganaderas y agrícolas, cuya relación se establece netamente con la tierra y, por tanto, tiende a la desecación de zonas húmedas.

- Espacialidad Jornaleros/Asalariados

Estos pobladores aunque comparten rasgos territoriales con otras espacialidades, se caracterizan especialmente por lo siguiente: 1) son campesinos sin tierra concentrados en caseríos rurales, 2) son multifuncionales porque venden su fuerza de trabajo, hacen trabajos de manera independiente (aunque no autosuficiente)

y subsisten parcialmente de los servicios ambientales, 3) son multiterritoriales porque habitan, producen y viven simultáneamente de y en distintas espacialidades, 4) han reconfigurado sus relaciones sociales con nuevas formas asociativas productivas que reconfiguran los vínculos entre espacialidades, 5) algunos son nuevos pobladores llegados a la zona en la confusión del conflicto armado, es decir, dentro de esa dinámica de desplazamientos forzados e internos que movilizaron población de un lado a otro de la región.

- Espacialidad Portuaria

La espacialidad portuaria se inscribe dentro de la dinámica del comercio internacional que tiene un puntal importante en los embarcaderos de banano y plátano de Zungo Embarcadero y Nueva Colonia., y estas son sus características: 1) articula el humedal con el comercio internacional e indica esa clara relación global-local propia de la región de Urabá, 2) configura una dinámica urbana, propia del movimiento de la infraestructura portuaria que la hace polo de atracción en general y de campesinos del humedal en particular (con tierra aunque sin poderla trabajar o sin tierra) que se ofrecen para satisfacer la demanda de oficios portuarios y demás relacionados con esta actividad (arreglo de motores, vigilancia, tiendas, lancheros, transporte pasajeros, entre otros), 3) encarna el sector terciario de la economía dentro del humedal con prácticas espaciales específicas, 4) el contraste entre la gran infraestructura comercial en comparación a la escasa infraestructura habitacional.

- Espacialidad Colectiva.

Una de las espacialidades que complejizan la configuración socioespacial del humedal es la colectiva producida por el proceso de re-etnización de pobladores afrodescendientes, provenientes de la región del río Atrato y estas son sus características: 1) son territorios culturales afro de vieja data, estén o no titulados, que hacen parte de la red macroterritorial colectiva ancestral del Pacífico, 2) sus prácticas espaciales han sido hasta ahora las más sostenibles del humedal a pesar de la reversión de tal tendencia luego del conflicto armado, la expansión del capital económico en el humedal y la inseguridad alimentaria, 3) está superpuesta con las espacialidades parcelera, jornalera y portuaria, 4) tiene formas potenciales de poder y autoridad reconocidas por el Estado que generan tensión con otras formas de poder en el lugar.

En cuanto a las fuertes transformaciones de las condiciones naturales en extensas áreas de los humedales son atribuibles al uso a veces indebido del suelo por parte de las comunidades pero también a los métodos productivos heredados de Maderas del Darién y de las actividades bananera y ganadera. Prácticas como la deforestación, la apertura de canales artificiales, la construcción de jarillones para desecar zonas, el bombeo de aguas superficiales y subterráneas y las fumigaciones de cultivos, han degradado las condiciones de los humedales y propician un progresivo agotamiento de los servicios ambientales, afectando a las comunidades campesinas tradicionalmente beneficiadas de ellos, y agotando un ecosistema con una alta diversidad.

Con toda esta descripción, se puede afirmar que los humedales asociados al río León pueden percibirse desde cuatro puntos de vista: 1) como un hecho natural, 2) como herramienta natural de producción de capital para las poblaciones, 3) como un desastre antrópico debido a las múltiples intervenciones, y 4) como un lugar netamente productivo en el cual se le da prioridad a las actividades económicas (INER, 2014).

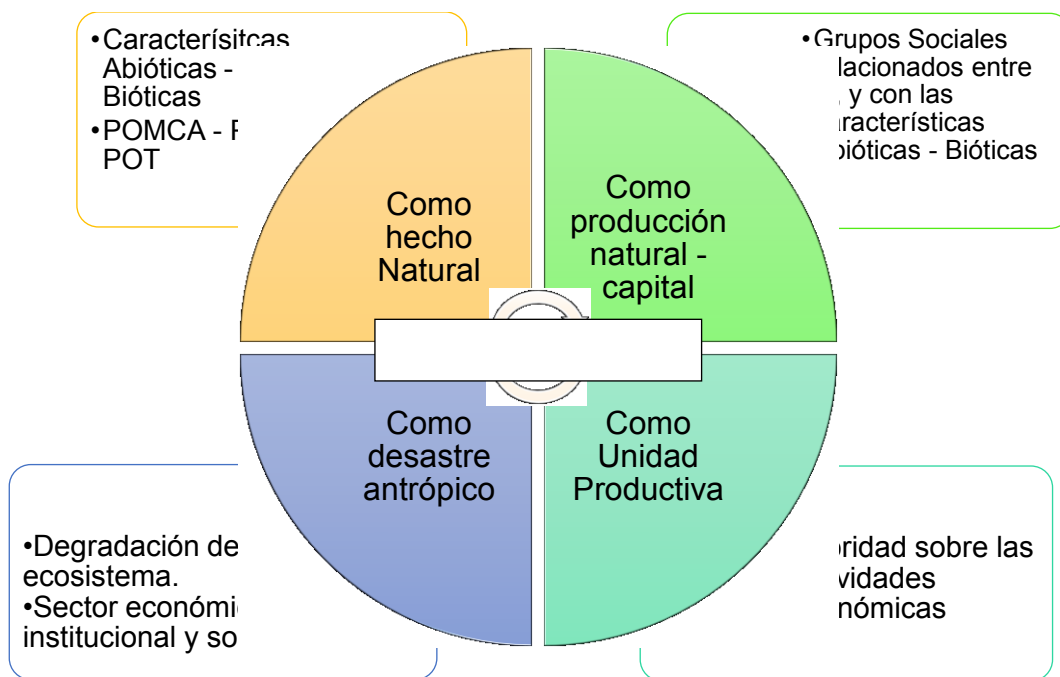


Figura 5-15. Visión de los Humedales del río León

## 5.4 VALORACIÓN ECONÓMICA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Analizada en perspectiva, la historia de los servicios de los ecosistemas en la investigación refleja una historia paralela en función de su mercantilización. Según Kosoy y Corbera el proceso abarca tres etapas principales: i) la conceptualización de una función ecológica como un servicio, ii) la asignación de un único valor de cambio y, iii) la vinculación entre los proveedores y los usuarios de estos servicios en un mercado de intercambio (Kosoy & Corbera, 2009).

En la Tabla 5-4 se resume cómo se ha incorporado el conocimiento de la investigación los Servicios Ecosistémicos en la economía; las metodologías de Pagos por Servicios Ambientales, implementadas en buenas prácticas agrícolas para proteger el agua, el suelo y la biodiversidad, han estado en vigor durante varias décadas en Europa (Classen et al., 2008)- (Dobbs & Pretty, 2008); sin embargo las metodologías como herramienta de conservación integrada se están desarrollando principalmente en las últimas dos décadas (Gómez-Baggethun, 2009).



**Tabla 5-4. Conceptualización y Adaptaciones de los Servicios Ecosistémicos en la economía (1960-2000)**

Período Tentativo	Conceptualización	Acción	Valor	Publicación Influyente
1960s – 1990s	Marco Utilitario	Funciones de los ecosistemas como servicios	Funciones de los ecosistemas enmarcados en términos utilitarios.	Daily, 1997 De Groot et al., 2002 EM, 2003
Principios 1960, aumentado en 1990	Monetización	Servicios de los ecosistemas como valorados/monetizados	Valor Intercambiable	Costanza et al., 1997 Stern, 2006 EC, 2007
Principios de 1970 aumentado en el 2000	Apropiación	Servicios de los ecosistemas como apropiables	Valor Intercambiable	Coase, 1960 Hardin, 1968
	Intercambio	Servicios de los ecosistemas como intercambiables	Valor Intercambiable	Wunder, 2005 Engel et al., 2008

El valor del medio ambiente radica en que cumple una serie de funciones que afectan positivamente el bienestar de la sociedad: a) forma parte de la función de producción, b) es receptor de residuos y desechos, c) proporciona bienes naturales cuyos servicios son demandados por la sociedad y d) constituye un sistema integrado que proporciona los medios para sostener toda clase de vida (Azqueta, 1995).

De esta manera los recursos naturales asumen valor en la medida en que son capaces de satisfacer necesidades humanas y, por tanto, son valorados de acuerdo a cómo éstos entran en las escalas de preferencias de los individuos, independientemente de que tengan o no un mercado. Este es el enfoque sintetizado dentro del concepto de "Valor Económico Total" VET (Pearce et al., 1995).

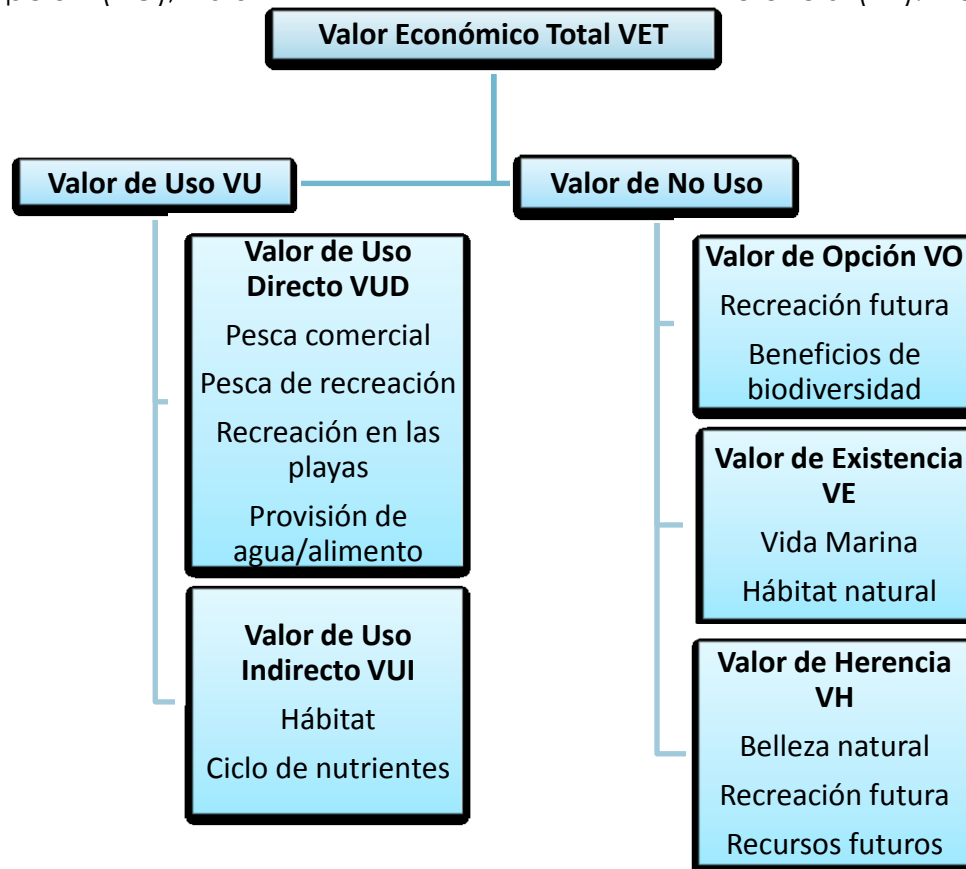
Algunas definiciones de valor económico de un bien son: "el máximo sacrificio, expresado en dinero, que un consumidor está dispuesto a hacer para adquirir otro bien" (Dupuit, 1844); la medida económica de satisfacción es "lo que una persona está dispuesta a pagar por una satisfacción antes de renunciar a ésta" (Marshall, 1879). El cálculo del valor económico de un bien, indica la importancia que la sociedad le da a este y a los posibles cambios que puedan ocurrir sobre él; para darle un valor monetario y poder hacer comparaciones entre bienes, usando un denominador común.

La valoración económica ambiental es un conjunto de métodos cuantitativos que permiten asignar valores monetarios a servicios ambientales,

independientemente de que tengan o no un mercado; su principal objetivo es suministrar información económica a los tomadores de decisiones.

Se utiliza además para la toma de decisiones con respecto a usos alternativos de los servicios ambientales, ya que por ejemplo para análisis financieros no se tienen en cuenta los beneficios de la conservación. Así mismo se usa para el diseño de políticas ambientales que regulan el acceso y uso de los recursos naturales, o para incluir efectos de la degradación ambiental en indicadores macro.

De acuerdo a este enfoque, el Valor Económico Social (VET) es una medida de los beneficios de preservar el medio ambiente en su estado natural. Está compuesto por el valor de uso (VU) y el valor de no uso (VNU). El VU se refiere a los beneficios que se derivan del uso de un recurso para el cual, generalmente existe un mercado; se puede desglosar en el valor de uso directo (VUD), valor de uso indirecto (VUI). El valor de No Uso (VNU) puede desglosarse en valor de opción (VO), valor de existencia (VE) y valor de herencia (VE). Ver Figura 5-16.



**Figura 5-16. Valor Económico Total (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)**

El concepto de Valor de No Uso ha incrementado su interés recientemente por la conservación y uso sostenible de los recursos, en la medida en que se aplica al valor que los individuos le dan a los recursos independientemente de su uso presente o futuro. En el VNU está compuesto por lo menos de dos grupos: el valor de existencia, que expresa el valor de un recurso sólo por saber que éste existe y será conservado, y el valor de legado o herencia relacionado con conservarlo para el disfrute de los herederos los ambientes naturales, así como las tradiciones culturales que se construyen a su alrededor y por la existencia de un espacio natural o un territorio específico.

La literatura de valoración económica ambiental, habla de preferencias reveladas y preferencias declaradas como los dos principales enfoques a partir de los cuales se derivan las metodologías de la medición de beneficios, cuya diferencia radica en que la primera se construye a partir de información sobre el consumo de bienes y servicios del mercado que guardan relación estrecha con activos ambientales, y la segunda, tiene que ver directamente con la formulación y planteamiento de preguntas de disponibilidad a pagar a los usuarios de los bienes y servicios ambientales; en cualquiera de las dos grandes metodologías y para no subestimar el valor económico total de un activo natural se debe cuantificar otros componentes del valor natural no mercadeable (Mendieta López, 2003). En la Figura 5-17 se muestran las principales metodologías de valoración económica ambiental.

En este contexto, los bienes ambientales proporcionan distintos servicios a la humanidad, ya sean directos o indirectos, y estos tienen diferentes tipos de valor que se pueden englobar dentro del Valor Económico Total o VET. Hay unos bienes y servicios mercadeables que pueden ser comprados y vendidos a un precio anunciado, mientras que para los bienes y servicios no mercadeables, los mercados no existen, como por ejemplo algunos de los servicios ecosistémicos de los humedales; asimismo mientras que el valor de un bien y/o servicio mercadeable se define a partir de su uso, para el caso de los bienes no mercadeables se tiene que recurrir a otros conceptos un poco más estructurados, así el VET puede definirse a partir de la suma de los Valores de Uso VU y de No Uso VNU del activo ambiental o del servicio ecosistémico (Linares Llamas et al., 2005).

A continuación se esquematizan algunas de las metodologías empleadas para la Valoración de Servicios Ambientales.

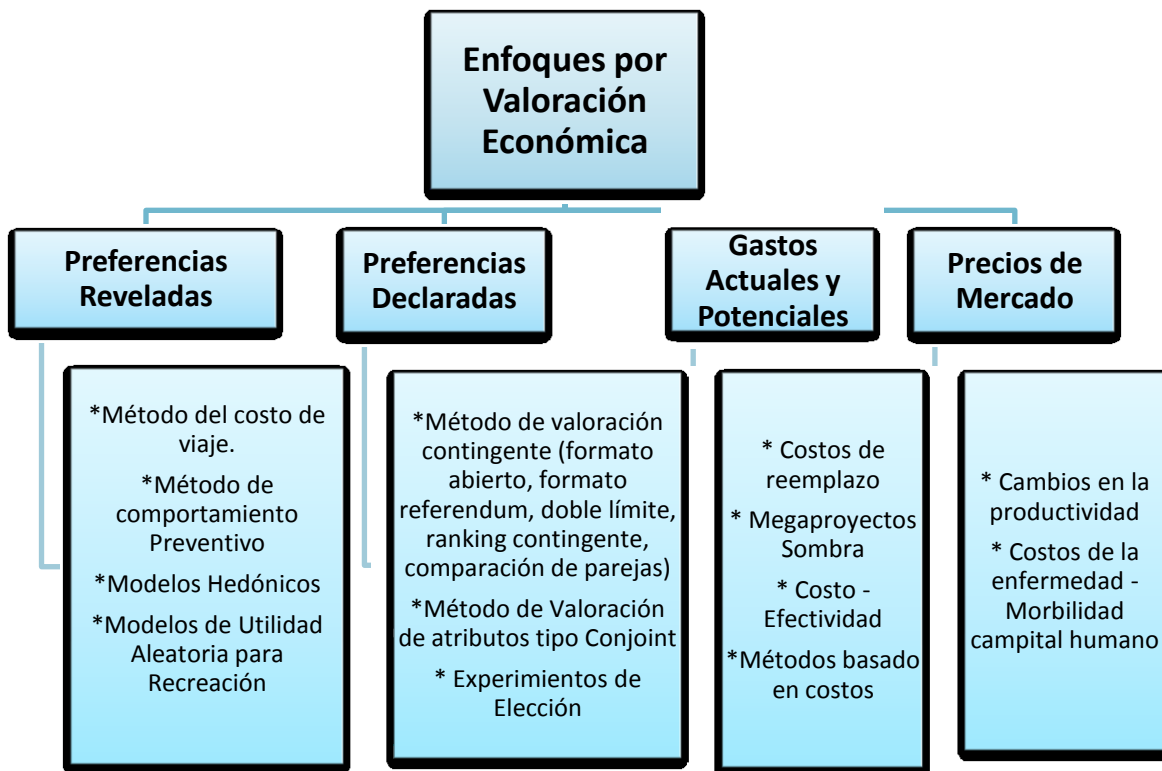


Figura 5-17. Metodologías Generales de la Valoración Económica Ambiental (Universidad de Los Andes, 2010)

### 5.4.1 MÉTODOS DE PREFERENCIAS DECLARADAS

Su aplicación arroja de forma explícita la valoración económica del bien mediante la simulación de un mercado hipotético. También suelen denominarse Metodologías Indirectas de la Valoración Económica.

#### 5.4.1.1 Valoración Contingente - VC

Consiste en determinar la Disposición a Pagar DAP de la gente por una mejora en la calidad del medio ambiente, o lo que están dispuestos a aceptar DAA por renunciar a esta mejora. Alas personas se les puede pedir su máxima DAP para evitar una disminución de la calidad del medio ambiente, o su mínima DAA por la disminución de la calidad ambiental.

#### 5.4.1.2 Experimentos de Elección

Se presenta a la persona entrevistada una serie de conjuntos de alternativas que contienen atributos comunes de un bien pero con diferentes niveles, y se le pide que elija la alternativa preferida de cada conjunto. La elección realizada por el individuo indica una preferencia por los atributos de una alternativa respecto a las

otras; esto no es más que valorar cambios en los atributos del bien, lo que permitirá transformar las respuestas a estimaciones en magnitudes monetarias.

#### **5.4.2 MÉTODOS DE PREFERENCIAS REVELADAS.**

Reciben este nombre porque el valor económico del bien se obtiene a través del análisis de los comportamientos de los consumidores en mercados similares o paralelos. En estos casos, las decisiones respecto al bien de mercado, sirven como aproximación de las que tendrían lugar respecto al bien sin mercado. También son llamadas Metodologías Directas de la Valoración Económica.

##### **5.4.2.1 Precios Hedónicos**

Tiene como finalidad determinar en qué medida las distintas características de un bien participan en su precio de mercado y discriminar su importancia cuantitativa. Por ejemplo, en los bienes ambientales se considera la variable ambiental como un dato que influye en el precio que el individuo está dispuesto a pagar por un determinado bien de mercado.

##### **5.4.2.2 Costos de viaje**

Estiman la valoración de un bien público a través de los costes de desplazamiento desde el lugar de origen del individuo hasta el lugar donde se encuentra el bien que se va a disfrutar.

##### **5.4.2.3 Función de Producción**

Asume que un servicio ambiental sirve como un factor productivo en la producción de un bien que tiene mercado y que da utilidad a individuos; aplicar las metodologías de función de producción requiere modelar el comportamiento de los productores y su respuesta a cambios en la calidad ambiental que influencia la calidad ambiental.

##### **5.4.2.4 Métodos de Precios de Mercado**

Estima los valores económicos de los productos y/o servicios de los ecosistemas que son comprados y vendidos en los mercados comerciales, y que cuantifica los cambios de valor en la cantidad o calidad de un bien o servicio.

Teniendo en cuenta la definición y aún más, la intención de aplicar el término de Valor Económico Total (VET), la utilización del método de cambios en la productividad puede subestimar el valor real para la sociedad.

#### **5.4.3 METODOLOGÍAS BASADAS EN GASTOS**

Estas metodologías relacionan la estimación de los valores de los costos incurridos para remediar un daño, o costos de sustituir servicios ambientales. Asumen que estos costos, proporcionan las estimaciones útiles del valor de estos ecosistemas o servicios.

Los enfoques correspondientes a este tipo de metodologías son los costos de reemplazo, proyectos sombra y costo – efectividad.

El enfoque de costos de reemplazo parte del supuesto que es posible medir los costos incurridos para reemplazar los daños en activos generados una actividad en particular. Este costo puede ser interpretado como una estimación de los beneficios relacionados a las medidas tomadas para prevenir el daño ocurrido.

Los precios sombra buscan estimar los costos de reemplazar todo un conjunto de bienes y servicios ambientales amenazados por la presencia de un proyecto. Este método cobra importancia cuando se desea mantener las condiciones actuales de un recurso o calidad ambiental frente a los posibles daños generados por el desarrollo de un proyecto.

Estos métodos no proporcionan medidas estrictas del valor económico el cual tiene sus bases metodológicas en la disponibilidad a pagar de los individuos por un bien o servicio. En cambio, asumen que los costos de evitar daños, pérdidas, sustituir o adquirir bienes y servicios ambientales proporcionan estimaciones útiles del valor de estos ecosistemas o servicios, bajo el supuesto que si la gente incurre en dichos costos, entonces estos servicios deben valer al menos lo que la gente ha pagado por obtenerlos y/o mantenerlos.

#### **5.4.4 METODOLOGÍAS BASADAS EN PRECIOS DE MERCADO**

Este método estima los valores económicos de los productos y/o servicios de los ecosistemas que son comprados y vendidos en los mercados comerciales, y permite cuantificar los cambios de valor en la cantidad o calidad de un bien o servicio.

## **6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados que a continuación se exponen, están encaminados al logro de los objetivos planteados en el capítulo 3.

Para ello se adoptó un marco de referencia hacia la identificación y valoración de los servicios ecosistémicos que proveen los humedales, según la dinámica de las actividades que se desarrollan en el Urabá Antioqueño. Por esta razón, el marco conceptual incorpora el modelo hidrogeológico de la región así como su caracterización socioeconómica; de esta manera, este marco de referencia se puede aplicar directamente al caso de estudio planteado. Con esto se siguen las bases teóricas mostradas en el capítulo 5.1, específicamente en donde se aclara que la identificación y valoración de servicios ecosistémicos, dependen directamente del contexto y el objetivo para el cual se realice.

El Modelo Hidrogeológico Conceptual y la Caracterización Socioeconómica no son resultados de la tesis, son investigaciones realizadas por instituciones reconocidas, que proporcionan información muy importante sobre la zona de estudio y que unidas aportan conocimientos valiosos para el Urabá Antioqueño y la gestión de sus humedales, ecosistemas estratégicos.

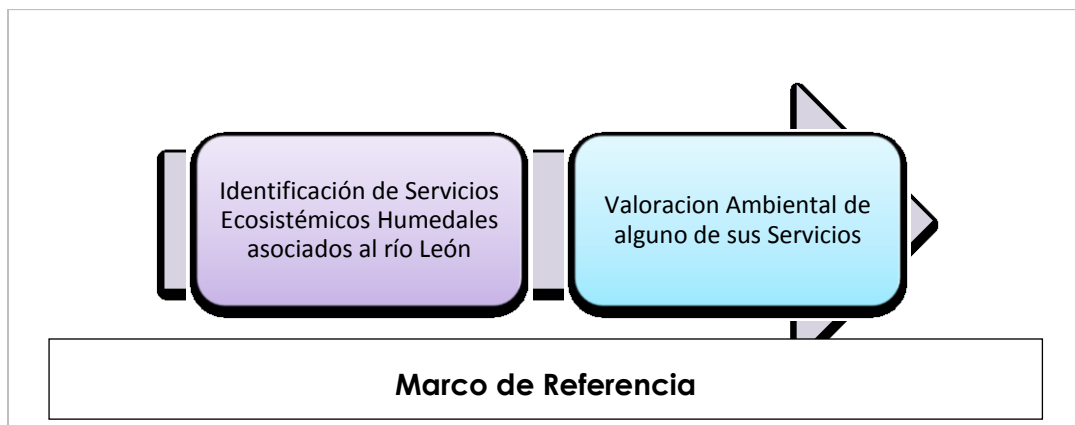
El Modelo Hidrogeológico Conceptual fue sintetizado a partir de 20 años de exploración hidrogeológica por investigadores del país (INGEOMINAS, Universidad de Medellín, Universidad de Antioquia), y se incluye como información que debe adoptarse en el Marco Conceptual de esta tesis. Por su parte, la caracterización del componente social es el resultado de actividades de Diagnóstico Participativo realizado en la zona (Universidad de Antioquia); la obtención de esta información es valiosa, debido a las particularidades y complejidad de la población que allí reside, y a la necesidad de comprender la forma en la cual la comunidad percibe el beneficio que les otorgan los humedales del río León a través de los Servicios Ecosistémicos.

### **6.1 MARCO DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS SE**

Para una adecuada comprensión y clasificación de los Servicios que presta un Ecosistema es necesario conocer sus características físico bióticas y sociales, y como lo recomiendan Fisher et al., 2008, tener una comprensión del contexto bajo el cual se están analizando dichos Servicios Ecosistémicos.

El objetivo inicialmente planteado para el desarrollo de la presente investigación está conformado por dos elementos principales: el primero de ellos se refiere a la identificación de los Servicios y el segundo a la valoración de alguno de ellos.





**Figura 6-1. Objetivo principal**

Para la primera parte las fichas del Proyecto IGCP 604 de la UNESCO, se ajustan al cumplimiento del objetivo.

Una vez identificados y caracterizados los Servicios Ecosistémicos, es necesario escoger alguno de ellos y valorarlo. Para esto se propone una metodología de priorización de Servicios, que considera darle mayor atención a aquel que se presente con cierta importancia en el área analizada y que sus características tiendan a deteriorarse.

Finalmente se escogió implementar una valoración económica puesto que sus metodologías han sido aceptadas y aplicadas mundialmente y continúan en proceso de investigación. Consideran el medio ambiente como un activo natural dentro de la producción (en este caso de la producción del bienestar humano), y como tal se propone valorarlo económicamente para poder ser asignado a los mejores usos para la sociedad; en este sentido, la economía del bienestar propone una serie de herramientas metodológicas que buscan modelar y cuantificar las preferencias de la sociedad por estos recursos con la idea de generar evidencias cuantitativas de dichas valoraciones (Mendieta López, 2003)

A continuación se describe el Marco de Referencia propuesto para la Evaluación de los Servicios Ecosistémicos de los Humedales asociados al río León en el Urabá Antioqueño, la cual puede ser implementada en cualquier otro Ecosistema de Humedales en el que se requiera un análisis coherente con el descrito en el objetivo principal del presente trabajo de investigación.

### **6.1.1 IDENTIFICACIÓN, ESTADO, TENDENCIA DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y LOS FACTORES QUE INDUCEN CAMBIOS**

Tomando en cuenta la Figura 5-2, se considera que la identificación de los Servicios que proveen los humedales constituye el primer paso para la elaboración del escenario bajo el cual se está movilizando el concepto de Servicio Ecosistémicos. Dicha identificación se logra a partir del acercamiento al



conocimiento del ecosistema de humedal, en conjunto con la interacción que la población tiene con el mismo, es decir, del análisis de las percepciones y uso que las comunidades tienen de él.

Vale la pena resaltar, la importancia de considerar en este análisis la delimitación física de los humedales y de la población, con el fin de fijar escalas espaciales de análisis, puesto que como se vio en el marco teórico, los servicios pueden producirse en diversas direcciones y por lo tanto tener diferentes beneficios y beneficiarios, desde el punto de análisis o delimitación que se fije desde el inicio (ver Figura 5-9).

Esta identificación permite analizar la situación actual en que se encuentran en cuanto a un balance entre la oferta y demanda en el espacio analizado, en el momento de la evaluación. Asimismo es necesario determinar la tendencia que tiene el estado identificado, a través del tiempo, es decir si tiende a mejorar, a empeorar o es estable.

Finalmente es necesario incluir en la evaluación aquellos factores naturales o antrópicos que pueden inducir cambios que los afecten, así como las tendencias de estos factores a lo largo del tiempo.

### **6.1.2 FICHAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS, SU ESTADO, TENDENCIA Y FACTORES QUE INDUCEN CAMBIOS EN ESTOS**

El diligenciamiento de la ficha "Servicios del Humedal/ Conjunto de humedales" del Proyecto IGCP 604 (ver Figura 6-2), constituye el primer paso para la evaluación de los Servicios de un ecosistema como el tratado. Está ordenada de tal forma que permite reunir en una sola tabla información de diferentes categorías, como son: 1) la identificación de los servicios y la situación en que estos se encuentran en el momento de la evaluación, 2) la tendencia del servicio en cuanto al mejoramiento o empeoramiento de su calidad, y finalmente 3) el grado del conocimiento que se tiene en la zona de dicho servicio.

SERVICIOS DEL HUMEDAL/CONJUNTO DE HUMEDALES					
Estado del servicio (E)		Tendencia del servicio (T)		Grado de conocimiento (C)	
A	Alto	1	Mejora del servicio	A	Aceptable
M	Medio	2	Tendencia a mejorar	E	Escaso
B	Bajo	3	Sin tendencia	N	Nulo
I	Inexistente	4	Tendencia a empeorar		
D	Desconocido	5	Empeora el servicio		

Tipo de servicio	Servicio	E	T	C
Abastecimiento	Abastecimiento de agua de buena calidad			
	Abastecimiento de agua para distintos usos			
	Producción natural de recursos alimentarios			
	Producción artificial de recursos alimentarios			
	Producción de materias primas biológicas			
	Producción de materias primas minerales			
	Especies naturales de interés medicinal			
Regulación	Regulación hídrica			
	Depuración de aguas			
	Control de la erosión			
	Regulación climática local			
Culturales	Turísticos			
	Educativos			
	Paisajísticos y estéticos			
	Identidad cultural y sentido de pertenencia			
	Religiosos y espirituales			

(marcar X)

Hay evaluación económica y social

**Figura 6-2. Sección de Servicios de Humedales – Ficha de Diagnóstico Humedales Vinculados a las Aguas Subterráneas, sección Servicios Humedales. IGCP 604 Fuente: (<http://www.mdp.edu.ar/hidrogeologia/IGCP604/objectives.php>).**

- **Identificación.** En la primera columna se listan los Servicios que proveen los ecosistemas de humedales, agrupados en tres grandes grupos: de aprovisionamiento, de regulación y culturales. Esta gran clasificación es compatible con aquella propuesta por la CICES (Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) Versión 4 – Agosto Diciembre 2012.
- **Estado del Servicio.** En esta columna se asigna la primera caracterización de la situación en la que se encuentra en el momento de la evaluación, es decir, si dicho servicio tiende a mejorar, a empeorar o si se considera que se mantiene estable en el tiempo. En total son cinco (5) categorías del estado, así: Desconocido, Inexistente, Bajo, Medio y Alto. Mediante la asignación de colores se ordena la información para que de manera visual sea más fácil y comprensible esta caracterización.

**Tabla 6-1. Estado del Servicio – Nomenclatura Texto y Color. Ficha IGCP-604**

ESTADO DEL SERVICIO	
A	Alto
M	Medio
B	Bajo
I	Inexistente
D	Desconocido

- **Tendencia del Servicio.** En esta columna cuya nomenclatura es numérica, se describe la tendencia del servicio en el tiempo en cinco categorías. Para la nomenclatura gráfica se utilizan flechas que indican el estado del servicio, haciendo de la misma manera que para el Estado del Servicio, la lectura visual más fácil y comprensible para el lector.

**Tabla 6-2. Tendencia del Servicio – Nomenclatura Texto y Color. Ficha IGCP-604**

TENDENCIA DEL SERVICIO (T)		
1	Mejora del servicio	↑
2	Tendencia a mejorar	↗
3	Sin tendencia	→
4	Tendencia a empeorar	↘
5	Empeora el servicio	↓

- **Grado de conocimiento.** Esta columna dividida en tres clasificaciones indica si se tiene un conocimiento Aceptable, Escaso o Nulo del Servicio Ecosistémico. La nomenclatura para el diligenciamiento de la tabla, es A si es aceptable, E si es escaso o N si es nulo.

**Tabla 6-3. Grado de conocimiento Nomenclatura Texto Ficha IGCP-604**

GRADO DE CONOCIMIENTO	
A	Aceptable
M	Escaso
B	Nulo

Para completar la evaluación de los servicios Ecosistémicos, se propone diligenciar la ficha "Factores que inducen cambios directos sobre los servicios del humedal" (Figura 6-3). En la primera columna están agrupados diversos factores como impactos ambientales. Luego son disgregados con una mejor precisión y caracterización. Finalmente, son calificados estos factores mediante una escala de impactos en cinco categorías. En la Tabla 6-5 se muestra la nomenclatura para la calificación de los factores que inducen cambio.

FACTORES QUE INDUCEN CAMBIOS DIRECTOS SOBRE LOS SERVICIOS DEL HUMEDAL					
		Impacto (I)		Tendencia (T)	
	A	Alto	1	Aumenta rápidamente	
	M	Moderado	2	Aumenta	
	B	Bajo	3	Estable	
	I	Inexistente	4	Disminuye	
	D	Desconocido	5	Disminuye rápidamente	

Factor		I	T	Comentarios
Extracción de agua	Del humedal			
	De afluentes			
	Subterránea próxima			
	Subterránea de la cuenca			
Explotación biológica	Cultivos			
	Bosque			
	Ganadería			
	Pesca			
Explotación mineral	Otros			
	Combustibles			
	Sales			
	Suelos			
Cambios de uso del suelo	Rocas			
	Otros			
	Deforestación			
	Reforestación			
Modificación del ciclo hidrológico	Manejo del bosque			
	Sustitución de vegetales			
	Agricultura extensiva			
	Ganadería extensiva			
Contaminación	Urbanización			
	Vías de comunicación			
	Otros			
	Drenaje			
Efectos asociados a cambios	Aporte de excedentes de riego			
	Uso de almacenamiento			
	Acciones de recarga artificial			
	Aporte de aguas urbanas			
Efectos asociados a cambios	Otros			
	Difusa agrícola			
	Difusa atmosférica			
	Puntual urbana/industrial			
Efectos asociados a cambios	Cambios en la calidad mineral del agua			
	Cambios en la calidad biológica del agua			
	Oxidación del medio por descenso freático			
	Incremento de la erosión			
Efectos asociados a cambios	Destrucción del suelo biológicamente productivo			

**Figura 6-3. Sección de Factores que inducen cambios directos sobre el Humedal – Ficha de Diagnóstico Humedales Vinculados a las Aguas Subterráneas, sección Servicios Humedales. IGCP 604 Fuente:**

(<http://www.mdp.edu.ar/hidrogeologia/IGCP604/objectives.php>).

Este análisis permite recolectar información para dimensionar, analizar y comprender la dinámica de las actividades bajo las cuales el Ecosistema analizado realiza sus funciones y procesos que producen los Servicios, y que por lo tanto pueden afectar las condiciones en las que estos producen, modificando su estado y tendencia.

**Tabla 6-4. Impacto de los Factores que inducen cambios directos sobre los Servicios del humedal. Texto y Color. Ficha IGCP-604**

Impacto (I)	
A	Alto
M	Moderado
B	Bajo
I	Inexistente
D	Desconocido

**Tabla 6-5. Tendencia del impacto de los Factores que inducen cambios directos sobre los Servicios del humedal – Nomenclatura Texto y Color. Ficha IGCP-604**

TENENCIA DEL SERVICIO (T)		
1	Aumenta rápidamente	↑
2	Aumenta	↗
3	Estable	→
4	Disminuye	↘
5	Disminuye rápidamente	↓

### 6.1.3 PROCEDIMIENTO PARA LA PRIORIZACIÓN DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO

El contexto bajo el cual se está utilizando el concepto de Servicio Ecosistémico considera que los esfuerzos en la gestión a escala de ecosistemas deben concentrarse en aquellos servicios cuyas características tienden a deteriorarse y que tienen una alta demanda.

Su clasificación (estado, tendencia y grado de conocimiento) será útil para la identificación de aquellos que necesiten esta gestión prioritaria.

Para facilitar el proceso de priorización, se debe considerar el siguiente análisis secuencial:

- Tendrán mayor peso aquellos servicios cuyo estado tienda a empeorar.
- Luego, tendrán prioridad aquellos que son altamente producidos por el humedal.
- Por último se le dará mayor prioridad a aquellos servicios de los que se tenga un grado de conocimiento aceptable.

Las tres (3) premisas anteriores son identificadas en la ficha "Servicios del Humedal/ Conjunto de humedales" del Proyecto IGCP 604, y cada una se tratará como una variable independiente; por medio de una relación matemática, en conjunto reflejarán la priorización de los Servicios identificados en el humedal.

La Tabla 6-6 muestra los valores que deben asignarse a cada variable, para luego aplicarlos a la Ecuación de Priorización.

$$P = 0,35 * E + 0,45 * T + 0,2 * GC \quad (\text{Valor entre 1 y 5})$$

**Tabla 6-6. Asignación de valores para la Priorización de los Servicios Ecosistémicos**

Parámetro de análisis	Clasificación y asignación de valores				
<b>Estado (E) (justificar los valores por qué)</b>	A	M	B	D	I
	5	4	3	2	1
<b>Tendencia (T)</b>	Empeora el servicio	Tendencia a empeorar	Sin tendencia	Tendencia a mejorar	Mejora del servicio
	5	4	3	2	1
<b>Grado de conocimiento (GC)</b>	Aceptable		Escaso		Nulo
	5		3		1

El resultado de la ecuación varía entre 1 a 5; si se acerca más a 5 se hace prioritaria su atención y aplicación del objetivo que motivó su análisis.

**Tabla 6-7. Asignación de valores para la Priorización de los Servicios Ecosistémicos**

Color	Valor	Priorización
	4 - 5	Alta
	3 - 4	Media
	2 - 3	Baja
	1 - 2	Muy baja

## 6.2 Aplicación del Marco de Referencia en los Humedales del Río León

Aplicando lo propuesto en el numeral 6.1, se determina que para conocer los Servicios que presta un Ecosistema de Humedales es necesario tener una comprensión global del área de estudio y de la relación entre cada uno de sus componentes físicos, bióticos y sociales. En este caso, los Humedales asociados al río León interaccionan sin lugar a dudas con las aguas subterráneas, y en conjunto proporcionan beneficios a los seres humanos.

### 6.2.1 APLICACIÓN DEL MARCO DE REFERENCIA LLEGANDO HASTA LA PRIORIZACIÓN PARA EL RÍO LEÓN

A continuación se muestran los resultados de la Evaluación, según el marco de referencia expuesto en el numeral 6.1.

#### 6.2.1.1 Servicios de los Humedales asociados al río León – Clasificación y Caracterización

Los que se encuentran en un Estado Alto en los humedales asociados al río León son los de Regulación, (regulación hídrica, control de la erosión, y climática local), a pesar de todas las intervenciones hidráulicas que ha sufrido la zona (desvíos de caños, desecaciones, cultivos en zonas inundables, etc). La población los aprovecha para asentarse en ciertas zonas, proteger sus viviendas y desarrollar allí sus vidas. Al mismo tiempo, el Servicio de Abastecimiento de agua para diferentes usos, tiene un Estado Alto en el área analizada; el sistema humedal y acuífero relacionado, provee agua para diferentes aplicaciones desde usos domésticos hasta fines de producción industrial en las fincas bananeras. Es importante anotar que es imposible desvincular los Servicios Culturales que están en un Estado Alto de provisión; estos son, los servicios educativos asociados a múltiples estudios que las Autoridades Ambientales y las Instituciones Educativas adelantan en los Humedales, los Servicios Estéticos y Paisajísticos que ofrece la zona y la Identidad cultural y sentido de pertenencia, el cual se evidencia en la forma en la que los pobladores asumen y conciben el humedal. La tendencia de estos servicios que están en un estado Alto en su mayoría es a empeorar, con excepción de los culturales los cuales tienden a mejorar gracias a la gestión de las Autoridades y el empuje de la gente que allí habita.

En cuanto a los clasificados en un estado Medio, se encuentran el abastecimiento de recursos alimentarios y de depuración de aguas, ya que la población percibe una disminución en la oferta de pescado en los humedales y afluentes, y al mismo tiempo un aumento de sedimentos y mala calidad del agua en general debido a los vertimientos sin previo tratamiento y/o prácticas de uso excesivo de pesticidas y fertilizantes en las zonas agrícolas.

Por último, en la comarca se desconoce la existencia de los Servicios de Aprovisionamiento como la producción artificial de recursos alimentarios, de materias primas biológicas, minerales y medicinales, así como servicios culturales asociados con la religión y la espiritualidad.

A continuación en la Tabla 6-8 se muestran los resultados de la aplicación de la Ficha del proyecto IGCP 604.

**Tabla 6-8. Resultados: Servicios del humedal/conjunto de humedales asociados al río León**

Tipo de servicio	Servicio	E	T	C
<b>Abastecimiento</b>	Abastecimiento de agua de buena calidad	B	↘	E
	Abastecimiento de agua para distintos usos	A	↘	A
	Producción natural de recursos alimentarios	M	↓	E
	Producción artificial de recursos alimentarios	D	→	N
	Producción de materias primas biológicas	D	→	N
	Producción de materias primas minerales	D	→	N
	Especies naturales de interés medicinal	D	→	N
<b>Regulación</b>	Regulación hídrica	A	↓	E
	Depuración de aguas	M	↘	E
	Control de la erosión	A	↓	E
	Regulación climática local	A	↘	E
<b>Culturales</b>	Turísticos	I	→	E
	Educativos	A	↗	A
	Paisajísticos y estéticos	A	↗	A
	Identidad cultural y sentido de pertenencia	A	↑	A
	Religiosos y espirituales	D	→	N

Estado del servicio (E)		Tendencia del servicio (T)		Grado de conocimiento (C)	
A	Alto	↑	Mejora del servicio	A	Aceptable
M	Medio	↗	Tendencia a mejorar	E	Escaso
B	Bajo	→	Sin tendencia	N	Nulo
I	Inexistente	↘	Tendencia a empeorar		
D	Desconocido	↓	Empeora el servicio		

**Tabla 6-9. Nomenclatura para la interpretación de la ficha IGCP-604 Servicios del Humedal.**



### 6.2.1.2 Factores que inducen cambios directos sobre los Humedales asociados al río León

La dinámica de las actividades que se desarrollan en los Humedales del río León, provocan impactos de diferentes características, todos afines con el modelo de desarrollo económico en la zona: el cultivo de banano y plátano. Es por esto que los factores de Cambio de Uso del Suelo, en su mayoría son calificados como Altos y tienen una tendencia a aumentar rápidamente: la deforestación, sustitución de vegetales, agricultura extensiva, ganadería extensiva, vías de comunicación.

Los factores clasificados como de impacto Medio, son la extracción del agua del humedal y del agua subterránea próxima, calificados así por la ausencia de información con completa certeza, pero con el juicio de expertos del conocimiento de la zona. Como un impacto Bajo sobre los humedales del río León se encuentran las actividades de reforestación y manejo del bosque, que aunque actualmente Corpourabá las está desarrollando no son suficientes para toda el área de intervención. Se consideran como Inexistentes, los factores de explotación mineral (combustibles, sales, suelos, rocas), modificación del ciclo hidrológico como las acciones de recarga artificial, y la destrucción del suelo biológicamente productivo.

En la Tabla 6-11 se muestran los resultados de la caracterización de los factores reconocidos en el humedal que pueden inducir cambios sobre los servicios que este presta.

**Tabla 6-10. Nomenclatura para la interpretación de la ficha IGCP-604 Factores que inducen cambios directos sobre los Servicios de los Humedales asociados al río León.**

Impacto (I)		Tendencia (T)	
A	Alto	1	Aumenta rapidamente
M	Moderado	2	Aumenta
B	Bajo	3	Estable
I	Inexistente	4	Disminuye
D	Desconocido	5	Disminuye rapidamente

**Tabla 6-11. Factores que inducen Cambios Directos sobre los Servicios de los Humedales asociados al río León.**

Factor		I	T
Extracción de agua	Del humedal	M	→
	De afluentes	A	↗
	Subterránea próxima	M	↗
	Subterránea de la cuenca	A	↑
Explotación biológica	Cultivos	A	↑
	Bosque	A	↑
	Ganadería	A	↑
	Pesca	A	↗
	Otros		
Explotación mineral	Combustibles	I	↗
	Sales	I	→
	Suelos	I	→
	Rocas	I	→
	Otros	B	↗
Cambios de uso del suelo	Deforestación	A	↑
	Reforestación	B	↗
	Manejo del bosque	B	→
	Sustitución de vegetales	A	↑
	Agricultura extensiva	A	↑
	Ganadería extensiva	A	↑
	Urbanización	B	→
	Vías de comunicación	A	↑
	Otros	I	↗
Modificación del ciclo hidrológico	Drenaje	A	↑
	Aporte de excedentes de riego	A	↑
	Uso de almacenamiento	B	→
	Acciones de recarga artificial	I	→
	Aporte de aguas urbanas	M	↑
	Otros	M	↗
Contaminación	Difusa agrícola	A	↑
	Difusa atmosférica	A	↑
	Puntual urbana/industrial	M	↑
Efectos asociados a cambios	Cambios en la calidad mineral del agua	A	↑
	Cambios en la calidad biológica del agua	A	↑
	Oxidación del medio por descenso freático	M	↗
	Incremento de la erosión	M	↗
	Destrucción del suelo biológicamente productivo	I	→

### 6.2.1.3 Procedimiento de la priorización de los Servicios Ecosistémicos

Siguiendo la metodología ya descrita, se asignaron los valores propuestos en la Tabla 6-6 para cada uno de los ítems que caracterizan el Servicio Ecosistémico identificado (Estado, Tendencia, Grado de conocimiento). Efectuando la ecuación de priorización, su resultado se ubicó en el rango propuesto. Los resultados se muestran en la Tabla 6-6.

**Tabla 6-12. Resultados de la priorización de los Servicios Ecosistémicos**

Tipo de servicio	Servicio	E	T	C	VALOR				PRIORIZACIÓN
					E	T	C	Σ	
Abastecimiento	Abastecimiento de agua de buena calidad	B	↘	E	1	4	3	2,8	Baja
	Abastecimiento de agua para distintos usos	A	↘	A	5	4	5	4,6	Alta
	Producción natural de recursos alimentarios	M	↓	E	4	5	3	4,3	Alta
	Producción artificial de recursos alimentarios	D	→	N	1	3	0	1,7	Muy baja
	Producción de materias primas biológicas	D	→	N	1	3	0	1,7	Muy baja
	Producción de materias primas minerales	D	→	N	1	3	0	1,7	Muy baja
	Especies naturales de interés medicinal	D	→	N	1	3	0	1,7	Muy baja
Regulación	Regulación hídrica	A	↓	E	5	5	3	4,6	Alta
	Depuración de aguas	M	↘	E	4	4	3	3,8	Media
	Control de la erosión	A	↓	E	5	5	3	4,6	Alta
	Regulación climática local	A	↘	E	5	4	3	4,2	Alta
Culturales	Turísticos	I	→	E	2	3	3	2,7	Baja
	Educativos	A	↗	A	5	2	5	3,7	Media
	Paisajísticos y estéticos	A	↗	A	5	2	5	3,7	Media
	Identidad cultural y sentido de pertenencia	A	↑	A	5	1	5	3,2	Media
	Religiosos y espirituales	D	→	N	1	3	0	1,7	Muy baja

Color	Valor	Priorización
■	4 - 5	Alta
■	3 - 4	Media
■	2 - 3	Baja
■	1 - 2	Muy baja

Los Servicios que resultaron con una priorización alta fueron, el abastecimiento de agua para distintos usos, la regulación hídrica, el control de la erosión, la producción natural de recursos alimentarios y la regulación climática local. De estos, del que más conocimiento se tiene es el de abastecimiento de agua, debido a que Corpourabá tiene cierto control sobre las concesiones que se otorgan de forma local a los usuarios que las requieren, conformando una base

de datos sobre caudal concesionado, tipo de captación, lugar del que capta, etc.

Es por esta razón, que el servicio “Abastecimiento de agua para distintos usos” ha sido escogido para realizar un proceso de valoración económica, en el contexto de decisión del presente trabajo de investigación, ya que se cuenta con información.

Los resultados del ejercicio son coherentes desde la óptica de uso que la gente le da a los servicios; es por eso que se aprecian con más facilidad aquellos que tienen un valor de uso directo (consumo de agua, de productos alimentarios, regulación hídrica, control de la erosión) y luego aquellos de valor estético y cultural asociados a los valores de no uso (herencia, legado y opción), y aquellos que no son conocidos o no se manifiestan para una valoración porque el bienestar que proporcionan no es fácilmente percibido por la población.

Es importante mencionar que los servicios de Regulación Hídrica y control de la Erosión, obtuvieron la misma puntuación que el de Abastecimiento de agua; se escogió valorar este último servicio debido a que se cuenta con más información. Para el alcance y debido desarrollo del presente trabajo de Tesis es difícil obtener mayor detalle e información que se pueda enfocar en la valoración económica relacionada con la regulación hídrica y control de la erosión.

## **6.2.2 VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO**

El Servicio Ecosistémico a valorar económicamente será como se anticipara el Abastecimiento de Agua para distintos usos. Su valor es clasificado según la Figura 5-16 como un Valor de Uso Directo.

Según las características de la información con la que se cuenta, se ha elegido la *metodología basada en gastos (o costos)*. Este método se acomoda a un indicador del valor económico sujeto a las restricciones de la disponibilidad de datos, teniendo en cuenta que es más sencillo medir los costos incurridos para generar beneficios, que los beneficios de por sí cuando los bienes y servicios no son mercadeables.

Por medio de este método se obtendrá una medida aproximada del valor económico consistente con el concepto de valor de uso directo. Esta aproximación asume que los costos de sustituir o proveer servicios ambientales son medidas válidas de los beneficios proporcionados. Sin embargo, no son por lo general una medida exacta de los beneficios, ya que representan únicamente el Valor de Uso manifestado en lo que efectivamente pagan los usuarios por el servicio, y no se estaría contabilizando la parte restante del Valor Económico Total, es decir, el Valor de Uso de Opción (opción, legado y existencia) que los pobladores le otorgan al servicio a evaluar.

Este método no considera las preferencias de los individuos por servicios ambientales o el comportamiento en la ausencia de estos bienes y servicios;

según los antecedentes, debe ser entonces sólo utilizado después de que un proyecto o el servicio como tal, esté disponible y si la sociedad o la población beneficiaria ha demostrado su disponibilidad a pagar por él.

La aplicación de este método recomienda: 1) delimitar el servicio ambiental, 2), identificar el medio alternativo de abastecimiento, 3) calcular el costo. A continuación se describen estos pasos para el caso de estudio.

Se analizó el modelo hidrogeológico conceptual que explica la relación de los humedales objeto del río León con el agua subterránea, razón por la cual se considerará tanto el abastecimiento de agua superficial como subterránea, para todos los usos de la zona. La información sobre las concesiones legalmente otorgadas por la Autoridad Ambiental, fueron proporcionadas por Corpourabá. La delimitación se muestra en la Figura 2-2.

En la zona de estudio no existen otras alternativas provisión para los usos destinados (doméstico, agricultura y riego). Inclusive, el municipio de Turbo (cercano al área de estudio) tiene actualmente serios problemas de abastecimiento, no porque los recursos naturales no lo ofrezcan, sino por diferentes problemas de tipo político que en su mayoría no aprueban nuevas obras y/o no operan adecuadamente los servicios públicos. ([www.elcolombiano.com](http://www.elcolombiano.com)).

El cálculo del costo, que dará finalmente datos de su valor económico, se explicará mediante tres variables que dan idea de los gastos en los que incurren los usuarios para obtener una concesión, estas son: el costo de los trámites de concesión, el costo de la construcción de un sistema de captación de agua subterránea o de agua superficial, y la Tasa por Uso del Agua (impuesto pagado a la Autoridad Ambiental).

Los datos de los costos de trámite de concesión de aguas que se procesaron fueron facilitados por Corpourabá así como la base de datos de concesión. Los valores del costo de construcción fueron estimados a partir de la experiencia profesional.

Se tomará entonces la sumatoria de estos gastos como el valor económico que un beneficiario otorga por usar el agua proveniente de la cuenca del río León, y en consecuencia el valor que le confiere al servicio valorado. El resultado de esta valoración se deberá tomar suponiendo que todos los usuarios comenzarán en un año único a usar el servicio, y que es la primera vez que incurrirá en gastos de trámites de concesión y construcción del sistema de captación. Esta aclaración es importante debido a que se utilizarán datos de la Tasa por Uso del Agua, impuesto que se paga de forma anual y que varía dependiendo del consumo.

#### **6.2.2.1 Trámites para obtener una concesión**

La concesión de aguas, consiste en obtener el derecho a su aprovechamiento para los siguientes fines: a) Abastecimiento doméstico en los casos que requiera derivación; b) Riego y silvicultura; c) Abastecimiento de abrevaderos cuando se requiera derivación; d) Uso industrial; e) Generación térmica o nuclear de

electricidad; f) Explotación minera y tratamiento de minerales; g) Explotación petrolera; h) Inyección para generación geotérmica; i) Generación hidroeléctrica; j) Generación cinética directa; k) Flotación de maderas; l) Transporte de minerales y sustancias tóxicas; m) Acuicultura y pesca; n) Recreación y deportes; o) Usos medicinales, y p) Otros usos similares.

La Autoridad Ambiental de la región en donde se solicite la concesión, asigna una tarifa de evaluación. Para el caso de Corpourabá, la Resolución N°300-03-10-23-0018 del 15 de enero de 2015 establece la lista de Tarifa de Servicios; entre otros servicios que ofrece la Corporación, en el numeral 1 describe las tarifas de cobro por trámites de concesión de aguas, y depende del caudal que se esté solicitando; también expone la tarifa de ocupación de cauces y permiso de perforación de pozos. Además, el usuario debe pagar por el trámite del permiso de vertimientos (puesto que no hay concesión de aguas sin vertimiento alguno) y un ítem de viabilidad ambiental en donde la Autoridad analiza si la obra es válida ambientalmente.

**Tabla 6-13. Tarifas (USD) de Servicios Concesión de Agua Superficiales – Subterráneas.**

CONCESIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES-SUBTERRÁNEAS		TARIFA DERECHOS DE PUBLICACIÓN (USD)	TARIFA DE SERVICIOS (USD)	TOTAL A LIQUIDAR AL USUARIO (USD)
<b>Aprovechamiento</b>	Caudal (L/s)			
	< 0,1	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
	0,1 - 1	\$ 39,73	\$ 26,47	\$ 66,20
	1 - 3	\$ 39,73	\$ 132,67	\$ 172,40
	3	\$ 39,73	\$ 331,53	\$ 371,27
<b>Ocupación de cauces</b>		\$ 39,73	\$ 331,53	\$ 371,27
<b>Permiso de perforación de pozos</b>		\$ 39,73	\$ 331,53	\$ 371,27
<b>Permiso de vertimientos</b>		\$ 39,73	\$ 331,53	\$ 371,27
<b>Viabilidad ambiental</b>		\$ 39,73	\$ 92,87	\$ 132,60

FUENTE: CORPOURABÁ Resolución N°300-03-10-23-0018 del 15 de enero de 2015

### 6.2.2.2 Costo de construcción de un sistema de captación de aguas

Varía según el terreno, el volumen de agua a extraer, la distancia entre la zona de captación y el lugar de uso, etc. Es de enorme dificultad calcular con exactitud un precio que pueda aplicarse a cada una de las concesiones otorgadas en la zona. Para este caso se utilizará el costo de la construcción de un sistema de captación de aguas superficiales y otro de subterráneas, obtenido de la experiencia propia en este tipo de construcciones.

Es evidente la diferencia de costos entre las construcciones. La captación subterránea es mucho más costosa que una superficial, puesto que se deben realizar exploraciones previas, instalación de sello protector, sondeos geoelectrónicos, pruebas de bombeo, entre otros aspectos que encarecen la construcción.

Construcción de un sistema de captación superficial: \$ 30.000.000

Construcción de un sistema de captación de aguas subterráneas: \$ 200.000.000

### **6.2.2.3 Tasa por Uso del Agua (TUA)**

La Ley 99 de 1993 en el artículo 43 estableció que esta tasa se cobra por la utilización del agua que haga cualquier persona natural o jurídica, pública o privada, sin importar si la actividad para la que se usa, sea o no lucrativa, subrogando el artículo 159 del Código. Las tasas son una contraprestación que exige el Estado a los ciudadanos para cubrir los gastos que la prestación de algunos servicios le genera.

La reglamentación de la tasa abarca la utilización de aguas superficiales y subterráneas excluyendo el cobro de las aguas marinas. Las aguas estuarinas están incluidas dentro de la categoría de las aguas superficiales, y los acuíferos litorales en la categoría de aguas subterráneas.

Están autorizados a cobrar la tasa por utilización de aguas las Corporaciones Autónomas Regionales, las Corporaciones para el Desarrollo Sostenible, las Autoridades Ambientales de los Grandes Centros Urbanos y las que se refiere el artículo 13 de la Ley 768 del 2002 y la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Así mismo, están obligados a pagar la tasa todas las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, que utilicen el recurso hídrico en virtud de una concesión. El uso por ministerio de ley, es decir, aquel que se realiza para satisfacer las necesidades básicas sin que haya derivación del recurso, está exento a pagar la tasa.

El cobro está ligado a la legalidad del acceso del usuario al servicio. La base sobre la cual se cobra la tarifa es el volumen de agua efectivamente captado. En este sentido, la tasa se cobra por la captación real lo que incentiva a que los usuarios reduzcan el uso mediante programas de ahorro y uso eficiente, ya que disminuirán el monto a pagar de la tasa.

La tarifa de la tasa es el resultado de multiplicar dos componentes: la tarifa mínima y el Factor Regional.

Para la valoración económica se utilizará la base de datos proporcionada por Copourabá, de la liquidación de concesiones desde Enero a Diciembre de 2014.

Analizada la información de la base de datos, se encontraron clasificaciones de usos únicos y otros mixtos. Del uso Agrícola – Riego, sólo se encontró un (1) registro, el cual puede distorsionar un poco el análisis global de los mismos en el momento de procesar los datos, por no considerarlo representativo para toda el área de estudio.



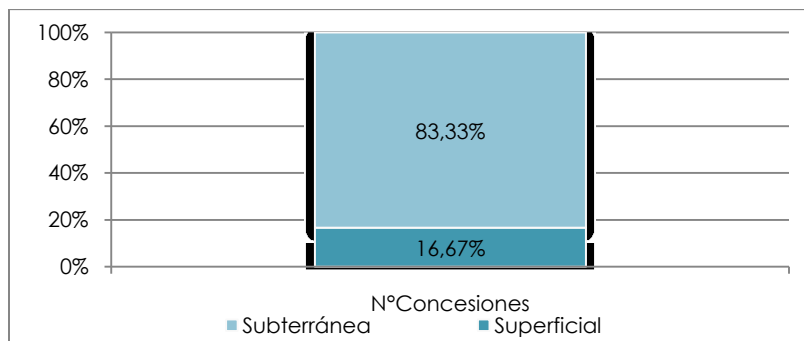
**Tabla 6-14. Número de concesiones de agua superficiales y subterráneas por tipo de uso en la cuenca del río León y Tarifa liquidada Tasa por Uso del Agua (TUA). USD**

TIPO DE USO	N° Concesiones			Promedio TUA (USD)	
	Total	Superficial	Subterránea	Superficial	Subterránea
<b>ACUEDUCTO</b>	10	8	2	\$3.198	\$408
<b>AGRICOLA</b>	78	11	67	\$5	\$36
<b>AGRICOLA DOMÉSTICO</b>	46	6	40	\$7	\$67
<b>AGRÍCOLA RIEGO</b>	1	0	1	\$0	\$14
<b>DOMÉSTICO</b>	8	1	7	\$1	\$48
<b>DOMÉSTICO INDUSTRIAL</b>	26	5	21	\$22	\$46
<b>INDUSTRIAL</b>	10	1	9	\$2	\$74
<b>RIEGO</b>	38	4	34	\$284	\$805
<b>TOTAL</b>	217	36	181		

Según la Tabla 6-14 el mayor valor liquidado durante el 2014 fue el agua destinada para el Acueducto y con mucha diferencia según los otros usos. Si los trámites para la obtención del permiso de concesión de aguas y la construcción del sistema de captación se hace una única vez, el usuario año a año paga por la Tasa reglamentaria de Uso del Agua más dinero por el abastecimiento de agua destinado al acueducto, que para los otros usos.

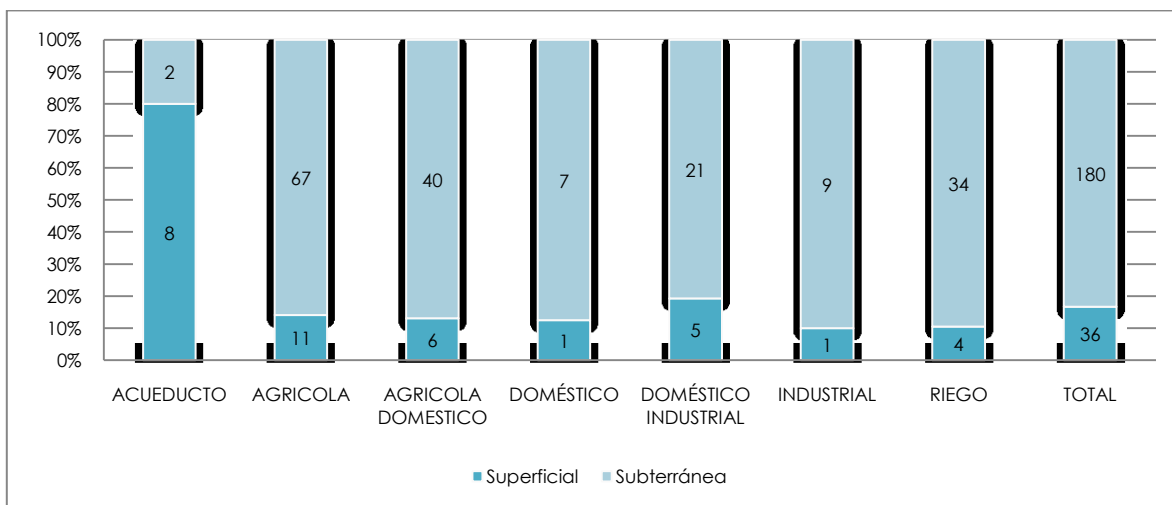
#### **6.2.2.4 Análisis y Resultados**

Una vez obtenidos los gastos en los que incurre un usuario para obtener agua proveniente del medio subterráneo o superficial de la cuenca del río León, se realizó la sumatoria clasificando los resultados por Uso del Agua. Este análisis es importante, ya que permite identificar no solamente el valor que la población le otorga a dicho servicio, sino también cómo se distribuye la destinación del recurso en la zona de estudio. La siguiente gráfica muestra que para un total de 216 concesiones otorgadas legalmente por Corpourabá en la cuenca, el 83% de ellas provienen del medio subterráneo y el restante del superficial. Esto da evidencia de la importancia que tiene allí el recurso subterráneo.



**Figura 6-4. Número de concesiones de agua por tipo de fuente**

La Figura 6-5 muestra la clasificación de las concesiones por tipo de uso. El mayor número en la zona de estudio son destinadas en el siguiente orden al uso Agrícola (36%) seguido del Agrícola – Doméstico (21%), Riego (18%), Doméstico – Industrial (12%), Industrial y Acueducto (5% cada uno), y por último al doméstico (4%). Esto era de esperarse debido a que la zona está dedicada en la mayor parte del territorio a los cultivos de banano y plátano, y en las fincas bananeras es necesaria el agua para las actividades de siembra y el consumo doméstico. Es de advertir que las clasificaciones mixtas dificultan y limitan los análisis de la destinación del recurso, sin embargo se toman así puesto que es la información disponible en la base de datos. Cabe anotar que los datos permiten inferir que es probable que existen muchas más captaciones para fines, por ejemplo doméstico, sin embargo no se ven reflejadas en los datos porque no están legalizadas ante la Autoridad Ambiental.



**Figura 6-5. Número de concesiones de agua por tipo de destinación del recurso**

Considerados los anteriores elementos, se realizó la sumatoria de los promedios de cada una de las variables propuestas para calcular el valor económico por el uso del abastecimiento de agua para distintos usos, para cada una de las clasificaciones de la destinación del recurso hídrico. Los resultados se muestran en la Tabla 6-15.

**Tabla 6-15. Valoración Económica del Servicio Ecosistémico Abastecimiento de Agua para distintos usos. USD.**

TIPO DE USO	Promedio de Tarifa Trámite de Concesión de aguas	Promedio de Valor Liquidado TUA	Promedio de Construcción Captación	TOTAL (USD)
<b>Acueducto</b>	\$371,27	\$2.640,07	\$42.666,67	\$45.678,00
<b>Doméstico - Industrial</b>	\$72,35	\$41,44	\$111.538,46	\$111.652,26
<b>Agrícola</b>	\$74,38	\$31,68	\$117.350,43	\$117.456,49
<b>Agrícola - Doméstico</b>	\$69,69	\$58,80	\$118.550,72	\$118.679,21
<b>Doméstico</b>	\$54,65	\$41,78	\$119.166,67	\$119.263,09
<b>Industrial</b>	\$124,59	\$66,69	\$122.000,00	\$122.191,29
<b>Riego</b>	\$371,27	\$750,38	\$121.403,51	\$122.525,16

El mayor valor económico encontrado para el Servicio Abastecimiento de agua fue de \$122.525,16 USD para fines de Riego calculado a través de la metodología basada en gastos. A pesar de que este uso no es el que más concesiones tiene otorgadas, sí es el que más caudal consume anualmente (49 Millones m<sup>3</sup>/año<sup>1</sup>) viéndose este hecho reflejado en el valor de la Tasa por Uso del Agua que deben pagar; además el 89% de las captaciones de este uso provienen de agua subterránea.

No es mucha la diferencia en orden de magnitud entre el valor económico encontrado para el uso de riego que para el resto de los usos, variando entre \$111.652,26 USD y \$122.191,29 USD, con excepción al del uso de acueducto con un valor de \$45.678,00 USD. Estas diferencias radican en la cantidad de captaciones de agua de tipo subterráneo y de tipo superficial; el acueducto se abastece en su mayoría de fuentes superficiales. No quiere decir que los usuarios no valoren el agua destinada al acueducto y otorgada por la cuenca del río León; el método empleado para el cálculo del valor económico no revela estas preferencias. Además, la clasificación “acueducto” es muy amplia puesto que los usuarios que son abastecidos a través del acueducto pueden tener múltiples destinos para el agua, y esta información que no es dada en la base de datos.

Lo que sí es claro es que los usuarios asumen los costos de construir sistemas de captación de agua subterránea aunque estos sean más caros, probablemente porque esta fuente garantiza abastecimiento de buena calidad y cantidad

<sup>1</sup> Caudales de consumo por uso: Riego 49 Millones m<sup>3</sup>/año; Acueducto 26 Millones m<sup>3</sup>/año; Agrícola 2 Millones m<sup>3</sup>/año; Agrícola doméstico 700 Mil m<sup>3</sup>/año; Doméstico-Industrial e Industrial 360 Mil m<sup>3</sup>/ año; Doméstico 147 Mil m<sup>3</sup>/año.

durante todo el año. El agua superficial en el Urabá Antioqueño, tanto ríos, quebradas y los humedales asociados a la cuenca del río León se ven más rápidamente impactados por el aporte de contaminantes provenientes de los cultivos de banano, riego con pesticidas, y el aporte de sedimentos por las modificaciones antrópicas sobre los cauces de los ríos, que las aguas subterráneas.

Es importante señalar que el valor económico que se ha calculado para cada uno de los usos, está enfocado en el uso directo que se le da y no se están estimando otros posibles que este servicio tiene, como el valor de opción, de existencia o el de herencia. Esto apunta a que se halló el valor económico actual del servicio de abastecimiento de agua de los humedales locales acorde a las características del aprovechamiento actual y directo de los beneficiarios de dicho servicio.

Finalmente se puede afirmar que mediante el método basado en gastos el valor económico que la población otorga al servicio de abastecimiento de agua ofrecido por los humedales asociados al río León, es en promedio \$108.206,50, considerándolo como los gastos en los que los usuarios incurren para poder obtener un volumen de agua determinado y destinarlo al uso que prefieran.

Las preferencias de los usuarios para la destinación del recurso de agua son acordes al uso del suelo de la zona de estudio; el mayor valor económico está dado para el uso de riego, luego para el agrícola, el industrial y en cuarto lugar al uso doméstico.

## 7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Mediante la metodología propuesta en el presente trabajo de Tesis, se identificaron los servicios ecosistémicos que proveen los humedales asociados al río León en el Urabá Antioqueño, y se priorizaron según su estado de provisión, su tendencia y el grado de conocimiento que de ellos se tiene en la zona.

Para la identificación de los servicios, fue necesario tener una comprensión global del área de estudio y de la relación entre sus componentes físicos, bióticos y sociales. En este caso, los humedales asociados al río León interactúan con las aguas subterráneas y en conjunto proporcionan beneficios a los pobladores, quienes bajo ciertas dinámicas de organización y poblamiento, conciben los servicios que allí se generan desde diferentes perspectivas. El procedimiento de priorización definió a aquellos con una tendencia a empeorar en el tiempo y con una alta demanda como aquellos a los que se les debe enfocar atención prioritaria y esfuerzos en su gestión y manejo.

Para el cumplimiento de los objetivos, se debió recurrir a fuentes de información confiables y oficiales: la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá – Corpourabá, el Grupo de Ingeniería y Gestión Ambiental GIGA y el Instituto de Estudios Regionales de la Universidad de Antioquia, la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Medellín y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Estas investigaciones por sí solas dan resultados particulares de los objetivos para las cuales fueron planteadas, sin embargo, en conjunto proporcionan información muy valiosa sobre los Servicios Ecosistémicos de la región, dando finalmente prueba de la interacción que existe entre los seres humanos, los ecosistemas y los beneficios que proporcionan. El Urabá Antioqueño es una zona de difícil acceso, no sólo por sus características geofísicas sino por los problemas de orden público que presenta; la información utilizada en esta tesis, por lo tanto, es valiosa para el conocimiento de la región.

Mediante el uso de las fichas diseñadas por Betancur et al. (2013) en el proyecto de la Unesco IGCP604, se clasificaron y caracterizaron los servicios locales. Este tipo de clasificación es útil para la evaluación que se va a llevar a cabo por primera vez en un ecosistema de humedales, ya que proporciona un panorama general del tema. Además es una herramienta para futuros trabajos en los que se quiera clasificar con mayor detalle algún otro de sus servicios, o de las funciones y procesos del ecosistema que lo hacen posible.

Se encontró que los que se hallan en un Estado Alto en los humedales asociados al río León son los de Regulación, (regulación hídrica, control de la erosión, y climática local). Al mismo tiempo, el de Abastecimiento de agua para diferentes usos, tiene un Estado Alto; el sistema humedal y acuífero relacionado, proporciona agua para diferentes usos, desde domésticos hasta de producción industrial en las fincas bananeras.

El servicio “Abastecimiento de agua para distintos usos” fue escogido después de aplicar la metodología propuesta de priorización como aquel a valorar económicamente. Se considera que esta valoración mediante el uso de una serie de herramientas metodológicas permite identificar la importancia que representa, cuantifica las preferencias de la sociedad por los servicios ofrecidos, considera el medio ambiente como un activo natural y ayuda a tomar decisiones de manejo que más apoyen las aspiraciones y el bienestar de la sociedad.

Las metodologías de valoración económica deben implementarse con sumo cuidado. Se debe estar seguro que se cuenta con datos sólidos y válidos, y para esto se requiere de un gran esfuerzo de recolección y selección de datos. Los métodos de valoración contingente y experimentos de elección son los más utilizados, ya que la misma sociedad es la que declara sus preferencias a través de encuestas diseñadas metódicamente. El presente trabajo de Tesis a partir de la información disponible analizó los servicios ecosistémicos que la población percibe y los priorizó, para luego mediante una metodología en costos calcular el valor económico que dicho servicio representa para la sociedad. Dicha información disponible proviene de fuentes oficiales: instituciones académicas y autoridades ambientales reconocidas por el gobierno colombiano.

Se eligió la metodología basada en gastos (o costos). El cálculo del costo dio datos de su valor económico y fue explicado mediante tres variables que dan idea de los gastos en los que incurren los usuarios para obtener una concesión de agua: el costo de los trámites de concesión, de la construcción de un sistema de captación de agua subterránea o superficial, y la Tasa por Uso. El valor económico se calculó para cada uso del agua (riego, industrial, doméstico, y agrícola siguiendo las clasificaciones de la base de datos de Corpourabá).

El mayor valor económico encontrado para el Servicio Abastecimiento de agua fue de \$122.525,16 USD para fines de Riego., con poca diferencia en orden de magnitud entre el valor económico encontrado para el resto de los usos, variando entre \$122.191,29 USD y \$111.652,26 USD, con excepción del acueducto con \$45.678,00 USD. El valor económico que la población otorga al servicio de abastecimiento de agua es en promedio \$108.206,50 USD. Las preferencias de los usuarios para la destinación del recurso de agua son acordes al uso del suelo de la zona de estudio; el mayor está dado para el uso de riego, luego para el agrícola, el industrial y en cuarto lugar al uso doméstico.

El análisis de los datos de concesiones de agua otorgadas demuestra que el 80% pertenecen a captaciones de agua subterráneas, y el análisis de los datos de valor económico manifiesta que los usuarios asumen los costos de construir sistemas de captación de agua subterránea aunque sean más caros, probablemente porque esta fuente garantiza de buena calidad y cantidad durante todo el año.

Se resalta además para la zona de estudio la interacción entre Humedales – Ser Humano – Aguas Subterráneas; cualquier actividad que se aplique sobre alguno de los tres componentes tendrá efecto sobre los otros. Por esta razón es necesaria

una gestión integral con el fin de garantizar el buen estado del recurso hídrico, la existencia de los servicios ecosistémicos que ellos proveen y en consecuencia, el bienestar de la sociedad que los disfruta.

Estamos convencidos de que esta tesis es un aporte valioso al conocimiento en dos aspectos globales: uno, se aplica una metodología de valoración de servicios ecosistémicos en humedales, temas que recién están posicionándose en Latinoamérica; dos, constituye un avance en el conocimiento de una zona estratégica a nivel nacional en cuanto a su ecología, enalteciendo la importancia de conservarla para asegurar la provisión de servicios ecosistémicos que proveen bienestar humano.

Esta tesis, brinda herramientas técnicas que soportarían la gestión ambiental de los tomadores de decisiones. Ha sido valorada en Colombia por centros e Institutos de Investigación, proporcionando la base para la formulación y sustentación de los siguientes proyectos:

- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt , 2015, en el proyecto:

Identificación y caracterización de flujos entre humedales y aguas subterráneas.

- Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología en Innovación de Colombia, Colciencias, 2015 en el proyecto: Evaluación de servicios ecosistémicos en sistemas de transición acuífero-humedal, incorporando los efectos de procesos de alteración a su dinámica natural.

Finalmente como recomendación, vale la pena que se realicen estudios adicionales que permitan adquirir la información para valorar los otros servicios resultando esto en herramientas para una mejor gestión de la autoridad ambiental. Para esto es necesaria la conformación de equipos interdisciplinarios con especialistas temáticos según el servicio a evaluar, y recursos económicos para levantar la información y verificación en campo.



## 8 BIBLIOGRAFÍA

- Adger, N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*. Vol 16, 268-281.
- Ahn, C., & Mitsch, W. J. (2002). Scaling considerations of mesocosm wetlands in simulating large created freshwater marshes. *Ecological Engineering* 18, 327-342.
- Armsworth, P., Chan, K., Daily, G. C., Ehrlich, P. R., Kremen, C., Ricketts, T., & Sanjayan, M. (2007). Ecosystem-Service Science and the Way Forward for Conservation. *Conservation Biology*, 1383-1384.
- Auge, M. (2004). *Vulnerabilidad de Acuíferos, Conceptos y Métodos*. Buenos Aires.
- Azqueta, D. (1995). *Valoración Económica de la Calidad Ambiental*. Madrid: Mc Graw Hill.
- Bayley, S., & Odum, H. T. (1976). Simulation of interrelations of the Everglades' marsh, peat, fire, water and phosphorus. *Ecological Modeling*, 169-188.
- Bayon, R. (2004). *MAKING ENVIRONMENTAL MARKETS WORK: LESSONS FROM EARLY EXPERIENCE WITH SULFUR, CARBON, WETLANDS, AND OTHER RELATED , MARKETS*. Washington DC: Forest Trend.
- Betancur Vargas, T. (2008). *Una Aproximación al Conocimiento de un Sistema Acuífero Tropical. Caso de Estudio: El Bajo Cauca Antioqueño*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Betancur, T., Bocanegra, E., Manzano, M., Custodio, E., & Cardoso da Silva, G. (2013). Acerca del estado del conocimiento respecto a las interacciones aguas subterráneas-humedales- bienestar humano en Iberoamérica y la Península Ibérica. *Temas Actuales de Hidrología Subterránea*, 254-262.
- Braat, L. C., van del Ploeg, S., & Bouma, S. (1979). Functions of the Natural Environment: *Wereld Natuur Fonds-Nederland*.
- British Columbia Forest Practices Code. (1995). *Standards with revised rules and field guide references*. Province of British Columbia.
- Classen, R., Cattaneo, A., & Johansson, R. (2008). Cost-effective design of agri-environmental payment programs: U.S. experience un theory and practice. *Ecological Economics* 65, 737-752.
- Cole, C. A., & Brooks, R. P. (s.f.).
- Comisión Tripartita. (2007b). Lineamientos de Ordenación Territorial para Antioquia: propuesta pública para discusión.
- Comisión Tripartita. (2007c). Propuesta pública preliminar para la definición de intereses del subsistema físico – natural (ambiental) de Antioquia. Documento sin publicar.

- Comisión Tripartita y Departamento Nacional de Planeación. (2007a). Plan Estratégico Región Urabá-Darién.
- Corpourabá. (2012). *Análisis de calidad y cantidad de agua superficial, en la jurisdicción de Corporurabá*. Apartadó: Corpourabá.
- Cronk, J. K., & Mitsch, W. J. (1994). Aquatic Metabolism in four newly constructed freshwater wetlands with different hydrologic inputs. *Ecological Engineering*, 449-468.
- Daily, G. C. (1997). *Nature's Services. Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington, DC. Covelo, California.
- De Groot, R. S. (1987). Environmental Functions as a unifying concept for ecology and economics. *The Environmentalist* 7 (2), 105-109.
- De Groot, R., Wilson, S., & Boumans, R. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41 (3), 393-408.
- Dobbs, T., & Pretty, J. (2008). Case study of agri-environmental payments: the United Kingdom. *Ecological Economics* 65, 765-775.
- Ehrlich, P., & Ehrlich, A. (1981). *Extinction: the causes and consequences of disappearance of species*. New York.
- European Commission. (2008). *The economics of ecosystems and biodiversity*. Bruselas: European Commission.
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España. Valoración económica de los servicios de los ecosistemas suministrados por los ecosistemas de España (EMEC)*. (2014.). Madrid.
- Fisher, B., Bateman, I., & Turner, K. (2011). Valuing Ecosystem Services: Benefits, Values, Space and Time. *Ecosystem Services Economics (ESE), Working Paper Series. UNEP, Paper N°3*.
- Fisher, B., Turner, K. R., & Morling, P. (2008). Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, 643 - 653.
- Fisher, B., Turner, K. R., & Morling, P. (2008). Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, 643 - 653.
- Foster, S., Hirata, F., Gomes, D., D'Elia, M., & Paris, M. (2002). *Protección para la calidad del agua subterránea*. Washington, DC: Banco Mundial.
- GENESIS. (2012). *New Indicators for assessing GDE vulnerability*. UE.
- Georgescu-Roegen, N. (1986). The Entropy law and the economic process in retrospect. *Eastern Economic Journal*, 3-31.
- Gobernación de Antioquia. (2009). *EL URABA ANTIOQUEÑO: Un Mar de Oportunidades y Potencialidades*.

- Gómez-Baggethun, E., de Groot, R., Lomas, P., & Montes, C. (2009). The history of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment schemes. *Ecological Economics*, 1209-1218.
- Gurnell, A., Hupp, C., & Gregory, S. V. (2000). Linking hydrology and ecology. *Hydrological Processes*, 2813-2815.
- Haines-Young, R., & Potschin, M. (2011). The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. En D. & Raffaelli, *Ecosystem Ecology: a new synthesis*. (págs. -31). Cambridge: D&C Frid.Eds.
- Haines-Young, R., & Potschin, M. (2013). *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4, August-December 2012*. Nottingham: EEA Framework Contract No EEA/IEA/09/003.
- Helliwell, D. R. (1969). Valuation of wildlife resources. *Regional Studies* 3(1), 41-49.
- Hopkinson, C. S., & Day, J. W. (1980). Modeling Hydrology and Eutrophication in a Louisiana Swamp Forest Ecosystem. *Environmental Management*, 325-335.
- Huetting, R. (1970). Functions of nature: should nature be quantified? . *What is nature worth to us, 1967-1970*.
- Hupp, C. R. (2000). Hydrology, geomorphology and vegetation of Coastal Plain rivers in the south-eastern USA. *Hydrological Processes*, 2991-3010.
- Instituto de Estudios Regionales INER. (2014). *Diagnóstico Participativo de los Humedales asociados al río León y la Ciénaga de Tumaradó*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Janssen, R., Goosen, H., Verhoeven, M. L., Omtzigta, A., & Maltby, E. (2005). Decision support for integrated wetland management. *Environmental Modelling & Software* 20, 215-229.
- Jaramillo Villa, Ú., & Jiménez Segura, L. (2007). La pesca en la ciénaga Tumaradó Bajo Río Atrato, Colombia. *Dahlia*, vol 10., 3-16.
- Kellert, S. R. (1984). Assessing wildlife and environmental values in cost-benefit analysis. *Journal of Environmental Management*, 18 (4), 355-363.
- King, R. T. (1966). Wildlife and man. *NY Conservationist* 20 (6), 8 - 11.
- Kosoy, N., & Corbera, E. (2009). Payments for ecosystem services as commodity fetishism. *Ecological Economics*, 1228-1236.
- Linares Llamas, P., & Romero López, C. (2005). Economía y medio ambiente: herramientas de valoración ambiental. *Notas de Clase - Universidad Pontificia Comillas - Madrid*.
- Marx, K. (1970). *Critique of the Gotha program*. *Marx/Engels: selected works*. Progress, Moscow, pp 13-30. Moscú.

- Mendieta López, J. (2003). La Valoración Económica Ambiental: Alcances y Limitaciones. *La Ciudad y su Suelo de Protección. IX Simposio Internacional de Avalúos*.
- Millenium Ecosystems Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-Being: Wetlands and water*.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales*. Bogotá: MAVDT.
- Mitchell, V. G., Mein, R. G., & McMahon, T. A. (2001). Modelling the urban water cycle. *Environmental Modelling & Software*, 615-629.
- Mitsch, W. J., & Gosselink, J. G. (2000). *Wetlands*. New York: John Wiley & Sons.
- Mitsch, W. J., Straškraba, M., & Jorgensen, S. E. (1988). *Wetland Modelling*. Amsterdam - Oxford - New York- Tokyo: ELSEVIER.
- Naredo, J. M. (2003). *La economía en evolución: Historia y perspectivas de las características básicas del pensamiento económico*. Madrid: Siglo XXI.
- NSW Department of Primary Industries Office of Water. (2012). Risk assessment guidelines for groundwater dependent ecosystems - Volume 1 - The Conceptual Framework.
- Odum, E. P., & Odum, H. T. (1972). Natural areas as necessary components of man's total environment. *Transactions of the 37th North American Wildlife Management Institute*, (págs. 178-189). Washington DC.
- Pimentel, D., Garnick, E., Berkowitz, A., Jacobson, S., Napolitano, S., Black, P., . . . Liftman, S. (1980). Environmental Quality and Natural Biota. *BioScience*, 30, 750-755.
- Price, J., & Waddington, J. M. (2000). Advances in Canadian wetland hydrology and biogeochemistry. *Hydrological Processes*, 1579-1589.
- Quinn, N., & Hanna, W. (2003). A decision support system for adaptive real-time management of seasonal wetlands in California. *Environmental Modelling & Software* 18, 503-511.
- Raghunathana, R., Slaweckia, T., Fontaineb, T. D., Chenb, Z., Dilksa, D. W., Biermana, V. J., & Wadea, S. (2001). Exploring the dynamics and fate of total phosphorus in the Florida Everglades using a calibrated mass balance model. *Ecological Modelling* 142, 247-259.
- Raisin, G., Bartley, J., & Croome, R. (1999). Groundwater influence on the water balance and Groundwater influence on the water balance and Northeastern Victoria, Australia. *Ecological Engineering*, 133-147.
- Rosen, M., & Eser, P. (1999). The influence of groundwater hydrology and stratigraphy on the hydrochemistry of Stump Bay, South Taupo Wetland, New Zealand. *Journal of Hydrology*, 27-47.

- Schumacher, E. F. (1973). *Small is beautiful: Economics as if People Mattered*. London: Blond and Briggs.
- Spieles, D. J., & Mitsch, W. J. (2003). A model of macroinvertebrate trophic structure and oxygen demand in freshwater wetlands. *Ecological Modelling*, 183-194.
- Stern, N. (2006). *Stern Review of the Economics of Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Su, M., Stolte, J., & van der Kamp, G. (2000). Modelling Canadian prairie wetland hydrology using a semi-distributed stream flow model. *Hydrological Processes*, 2405-2422.
- Thibodeau, F. R., & Ostro, B. D. (1981). An economic analysis of wetland protection. *Journal of Environmental Management*, 12, 19-30.
- Turner, B., Kasperson, R., Matson, P., McCarthy, J., Corell, R., Christensen, L., . . . Schiller, A. (2003). A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*.
- Turner, R. (1999). *Markets and Environmental Quality*. East Anglia: CSERGE.
- Turner, R. K., Pearce, D., & Bateman, I. (1993). *Environmental Economics. An elementary introduction*. Baltimore, Maryland: The Johns Hopkins University Press - Baltimore.
- Universidad de Antioquia. (2014). *Convenio Interadministrativo de Cooperación 136 de 2013 Universidad de Antioquia-Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá*. Medellín: Corpourabá- Universidad de Antioquia.
- Universidad de Los Andes. (2010). *Evaluación Económica de Impactos Ambientales en Megraproyectos*. Bogotá: Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Universidad de Medellín. (2012). *Consultoría para delimitar los humedales asociados al Río León en el área de influencia de los municipios de Apartadó, Carepa, Chigorodó y Turbo, a través de técnicas que permitan modelar la función, estructura y composición de los humedales (...)*. Medellín: Universidad de Medellín.
- Universidad Nacional de Colombia, S. M. (2005). *Estudio de la difluencia del Río León hacia el Caño Tumaradó*. Medellín: Universidad Nacional.
- Wallace, K. (2007). Classification of ecosystem services: problems and solutions. *Biological Conservation* 139, 235-246.
- Westman, W. E. (1977). How much are nature's services worth? *Science* 2, 960-964.
- Winter, T. C., & Rosenberry, D. O. (1998). Hydrology of prairie pothole wetlands during drought and deluge: a 17-year study of the cottonwood lake

wetland complex in north dakota in the perspective of longer term measured and proxy hydrological record. *Climate change*, 189-209.

Zacharias, I., Dimitriou, E., & Koussouris,, T. (DOI: 10.1016/j.envsoft.2003.09.003). Integrated water management scenarios for wetland protection. Application in Trichonis lake. *Environmental Modelling & Software*.

Zhang, L., & Mitsch, W. J. (2005). Modelling hydrological processes in created freshwater wetlands: an integrated system approach. *Environmental Modelling & Software* 20, 935-946.