

**Análisis de la articulación entre la planificación de las entidades gubernamentales locales y las autoridades ambientales competentes para afrontar los retos de la calidad del agua del río Magdalena y potencializar los servicios ecosistémicos, en el transepto comprendido entre el km 00 y 22**

Analysis of the articulation between the planning of the local government entities and the competent environmental authorities to face the challenges of the water quality of the Magdalena river and to potentiate the ecosystem services, in the transept between km 00 and 22.

**Lizeth Ortiz Pertúz<sup>1</sup>.  
Universidad de Manizales  
Facultad de ciencias contables, económicas y administrativas  
Colombia**

**Resumen**

Esta investigación analizó la articulación entre la planificación de las entidades gubernamentales locales y las autoridades ambientales competentes, para afrontar los retos de la calidad del agua del río Magdalena y potencializar los servicios ecosistémicos, en el transepto comprendido entre el km 00 y 22. Su desarrollo implicó establecer la tendencia del Índice de Calidad del Agua en cuatro puntos de muestreo; identificar, mediante revisión documental, las fuentes que la afectan la calidad del agua y los impactos o consecuencias ambientales asociados; definir, como resultado del análisis de la información previa, los retos para mantenerla en condiciones adecuadas para su uso;

---

<sup>1</sup> Microbióloga (énfasis industrial). Especialista en Análisis y Gestión Ambiental. Especialista en Sistemas Integrados de Gestión. Auditora de Sistemas Integrados de Gestión bajo las NTC –ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001:2018. Asesora y consultora independiente. Maestrante en Desarrollo y Medio Ambiente de la Universidad de Manizales.  
Correspondencia: Lizeth.ortizp@gmail.com. Móvil 3103679638. Dirección: Calle 79 No. 42-269 Barranquilla - Atlántico.

identificar, mediante revisión documental, los servicios ecosistémicos que brinda el río en el área de estudio; seleccionar las directrices de la planificación local que aportan a afrontar los retos y potencializar los servicios citados, y determinar si existe o no articulación en sus planteamientos. Como resultado se obtuvo que, la planificación local revisada contienen directrices para afrontar los retos de la calidad del agua y potencializar los servicios ecosistémicos identificados en esta investigación y, que existe articulación interinstitucional entre los planteamientos, lo que constituye un antecedente positivo para que Barranquilla pueda materializar su proyección socioeconómica, en el marco del desarrollo sostenible, manteniendo en condiciones adecuadas el ecosistema que provee los servicios en los cuales se sustenta gran parte de su desarrollo.

**Palabras claves:**

Calidad agua, gestión integral recurso hídrico, impacto ambiental, río Magdalena, servicios ecosistémicos.

**Abstract**

This research analyzed the articulation between the planning of the local government entities and the competent environmental authorities, to face the challenges of the water quality of the Magdalena River and to potentiate the ecosystem services, in the transept between km 00 and 22. Its development It involved establishing the trend of the Water Quality Index at four sampling points; identify, through documentary review, the sources that affect water quality and the associated environmental impacts or consequences; define, as a result of the analysis of the previous information, the challenges to keep it in adequate conditions for its use; identify, through documentary review, the ecosystem services provided by the river in the study area; select the local planning guidelines that contribute to meet the challenges and potentiate the services mentioned,

and determine whether or not there is articulation in their approaches. As a result, it was obtained that the revised local planning contain guidelines to face the challenges of water quality and to potentiate the ecosystem services identified in this research and, that there is inter-institutional articulation between the approaches, which constitutes a positive antecedent for Barranquilla to materialize its socioeconomic projection, within the framework of sustainable development, maintaining in adequate conditions the ecosystem that provides the services on which a large part of its development is based.

**Key words:** Water quality, comprehensive water resource management, environmental impact, Magdalena River, ecosystem services.

## I. INTRODUCCIÓN

El río Magdalena es considerado la principal arteria fluvial del país debido a que atraviesa el territorio de sur a norte a lo largo de 13 departamentos y en cuya cuenca se genera el 80% del producto interno bruto de Colombia [1]. El transepto del río, de interés para esta investigación, comprende la margen occidental que bordea al Distrito Especial, Industrial y Portuario (D.E.I.P.) de Barranquilla, desde el km 00 que corresponde a “Bocas de Ceniza” en la desembocadura al Mar Caribe, hasta el km 22 donde se encuentra el puente Laureano Gómez, también conocido como puente Pumarejo; lo anterior, en concordancia con el planteamiento de la Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena (CORMAGDALENA) respecto a puntos de referencia. Cabe agregar que hace parte del área hidrográfica “Magdalena – Cauca”, de la zona hidrográfica “Bajo Magdalena y la subzona “Directos al Bajo Magdalena entre Calamar y desembocadura al mar Caribe” [2]. En el marco de lo establecido por el Decreto 1076 de 2015, artículo 2.2.3.3.2.1 [3], tiene una destinación principal para preservación de flora y fauna, es decir, utilización en actividades tendientes a

mantener la vida natural de los ecosistemas acuáticos y terrestres y de sus ecosistemas asociados, sin causar alteraciones sensibles en ellos; no obstante, se destina también para uso estético y consumo humano y doméstico<sup>2</sup> mediante concesión superficial; así como para transporte acuático; características le confieren al D.E.I.P de Barranquilla su vocación portuaria, fluvial y marítima, permitiéndole cubrir dos rutas principales, la del río Magdalena, que lo comunica con el interior del país y la del Mar Caribe, por la que se comercializan millones de toneladas con Europa y Asia [4].

La visión de desarrollo del distrito proyecta, desde el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), potencializar su jerarquía como ciudad primada en el concierto del sistema de ciudades de la costa norte de Colombia para lo cual debe convertirse y afianzarse como una ciudad competitiva y moderna acorde con los tiempos que se proyectan en la escena de la globalidad económica mundial [5]. En concordancia con lo anterior, el Plan de Desarrollo 2012-2019 retoma dicha visión a través del eje “Capital de progreso” que “propende porque Barranquilla sea más productiva y competitiva, que aproveche sus características diferenciadoras y continúe ampliando su transformación en la promoción de la cultura emprendedora, el desarrollo empresarial y el fortalecimiento económico con igualdad de oportunidades. Así mismo, busca que la ciudad sea reconocida como centro de producción y prestador de servicios para la región y un lugar atractivo para la inversión. Adicionalmente, incluye al río Magdalena desde un enfoque cultural y de disfrute de servicios ecosistémicos con la política “Volver al río” con la cual pretende generar zonas verdes y espacios públicos escénicos entorno a este cuerpo de agua para el disfrute de los ciudadanos, fomento del ecoturismo y el desarrollo de actividades comerciales [6].

---

<sup>2</sup> En la planta de abastecimiento de la empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo, Triple A, en el barrio Las Flores.

La materialización de las perspectivas de desarrollo socioeconómico del D.E.I.P de Barranquilla, así como factores naturales imprevistos y/o incontrolables, repercuten en las condiciones ambientales del ecosistema, impactando al río en la mayoría de los casos, de manera negativa, generando afectaciones en la calidad del agua, la morfología y por consiguiente en los servicios ecosistémicos asociados, motivo por el cual se requieren medidas de manejo y control eficaces en el marco del Desarrollo Sostenible para garantizar el continuo disfrute de dichos servicios y el mantenimiento de condiciones ambientales óptimas para el desarrollo que se quiere lograr con las empresas asentadas en la margen occidental del río entre el km 00 y el 22.

El área de estudio se encuentra bajo la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA) y CORMAGDALENA, entre tanto, las entidades gubernamentales cuya gestión puede impactarla son la Alcaldía de Barranquilla y la Gobernación del Atlántico, cada una de estas entidades o corporaciones, formula instrumentos de planificación desde las perspectivas de su interés, que involucran o pueden tener impacto en el río; los cuales pueden o no estar articulados en sus planteamientos, hecho que ha sido manifestado por la Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios como la “existencia de planes y programas, de nivel central y territorial, que han encaminado esfuerzos para afrontar algunas problemáticas identificadas al interior de la cuenca del río Magdalena, pero que no han repercutido en una escala mayor, debido a que los esfuerzos son aislados, no coordinados y discontinuos en el tiempo” [7] .

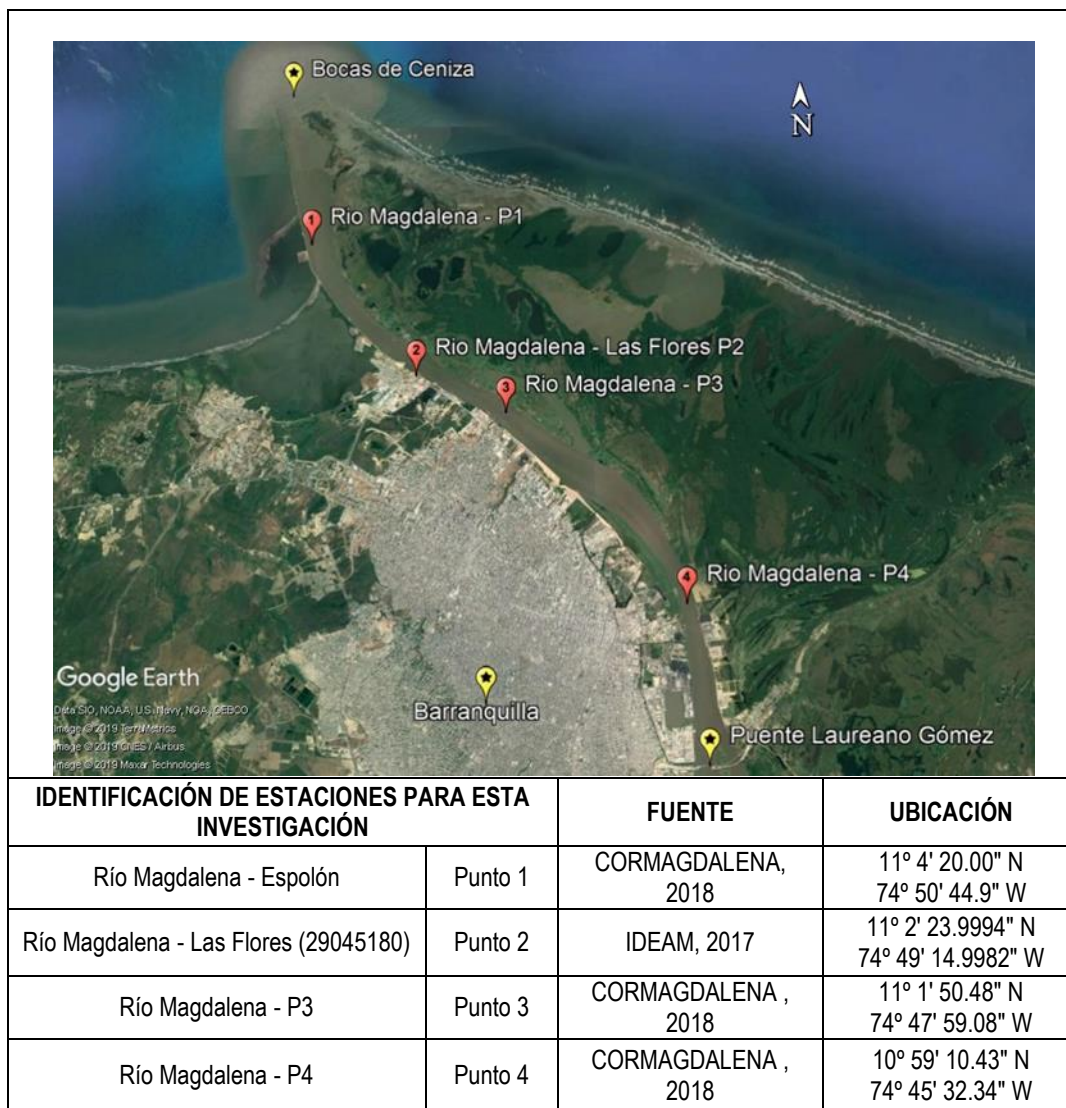
Teniendo en cuenta la situación expuesta, esta investigación pretende analizar la articulación entre la planificación de las entidades gubernamentales locales y las autoridades ambientales, para afrontar los retos de la calidad del agua del río Magdalena y potencializar los servicios ecosistémicos, en el transepto comprendido entre el km 00 al 22. Con los resultados obtenidos se

pretende contribuir a la identificación de debilidades y/o oportunidades de mejora en la planificación local y su articulación interinstitucional, que puedan ser de utilidad para afrontar los retos de calidad del agua que se identifiquen, así como complementar o definir estrategias de manejo desde un enfoque que vincule la perspectiva socioeconómica de la ciudad.

## **II. METODOLOGIA**

La investigación realizada es de enfoque cuantitativo y alcance descriptivo, no experimental, realizada en cinco fases. En la fase 1, se estableció la tendencia en la calidad del agua del río Magdalena en el transepto de interés para el periodo 2006-2018, tomando como referencia el Índice de Calidad del Agua (ICA) establecido por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) [8]; el cual arrojan un valor numérico de cero (0) a uno (1), que representa la calidad del agua en orden de: muy malo (0-0.25), malo (0.26-0.50), regular (0.51 – 0.70), aceptable (0.71-0.90) y bueno (0.91-1.0). Las estaciones de medición seleccionadas (Ver Figura 1) corresponden, una a la red de estaciones del IDEAM y tres definidas por Servicios de Ingeniería y ambiente S.A.S [9] para CORMAGDALENA en el marco del proyecto "Mantenimiento de la profundidad del canal navegable del río Magdalena mediante dragado en el puerto de Barranquilla desde el muz del Tajamar Occidental (K0) hasta el K19+500". En complemento a lo anterior, debido a que el ICA propuesto por IDEAM no incluye parámetros microbiológicos, se incorporó a la investigación, los resultados para coliformes totales obtenidos por CORMAGDALENA en 2017 [10]; para este caso la connotación cualitativa sobre la calidad será es el resultado de comparar el conjunto de características encontradas en el agua, con el contenido de las normas y/o criterios técnicos que regulan la materia [11].

**Figura 1.** Ubicación de las estaciones de medición del ICA en el periodo 2006-2018



Fuente: elaboración propia, 2019

En la fase 2 se identificaron las principales fuentes que afectan la calidad del agua del río en el área de estudio, contemplando las de tipo natural y antrópico, mediante revisión documental y conocimiento del investigador de la dinámica socioeconómica y cultural del área de interés. Específicamente, para las fuentes de contaminación del agua por vertimientos se elaboró un inventario de las actividades económicas que se desarrollan en la margen occidental del río y que

cuentan con permiso de vertimiento vigente según la información entregada por la CRA en Agosto de 2019; la actividad económica fue asignada según la Clasificación de Actividades Económicas CIIU Revisión 4.0 adaptada para Colombia por el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) [12]. Seguidamente, se identificaron los impactos ambientales susceptibles de generarse por las fuentes antrópicas tomando como referencia los descritos por CONESA [13], los resultados de consulta a expertos así como observación en campo y se analizaron a partir de las evidencias de su materialización en el área de estudio; los efectos de las fuentes naturales se describen como consecuencia ambiental. Finalmente, analizando la información obtenida, se definieron los principales retos de la calidad del agua en el tramo de estudio.

En la fase 3 se identificaron los principales servicios ecosistémicos<sup>3</sup> que brinda el río Magdalena en el transepto de interés y su relación con las consecuencias e impactos ambientales identificados y los retos de la calidad de agua en el área de estudio. La identificación de los servicios ecosistémicos se realizó a partir de los desarrollos en el tema realizados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) de Colombia [14]; Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EEM) [15]; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) [16]; Constanza, [17] y Corredor Biológico Mesoamericano [18]; además de resultados obtenidos en encuestas. El análisis de relacionamiento se enfocó en la afectación que las consecuencias e impactos ambientales pueden tener en la permanencia de los servicios ecosistémicos y como la implementación de acciones para afrontar los retos de la calidad del agua pueden potencializarlos.

En la fase 4, se identificaron las directrices de los instrumentos de planificación de las entidades gubernamentales locales y las autoridades ambientales competentes en el área de estudio que

---

<sup>3</sup> En esta investigación se acoge el término "Servicios Ecosistémicos" y su categorías: abastecimiento, regulación cultural y de soporte, acorde al planteamiento de la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE), promulgada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia en 2012.



aportan a afrontar los retos de la calidad del agua del río Magdalena y potencializar los servicios ecosistémicos. Los instrumentos de planificación revisados fueron el Plan de Ordenamiento y Manejo de la cuenca del río Magdalena en el Departamento del Atlántico - POMCA [19], Plan de Ordenamiento Territorial del D.E.I.P de Barranquilla 2012-2032 [5], Plan de Gestión Ambiental Regional de la CRA 2012-2022 [20], Plan de Acción cuatrienal de la CRA 2016-2019 [21], Plan de Desarrollo Departamental 2016-2019 “Atlántico Líder” [22], Plan de Desarrollo distrital 2016-2019 “Barranquilla, Capital de Vida” [6] y Plan de acción de CORMAGDALENA 2019-2021 [23].

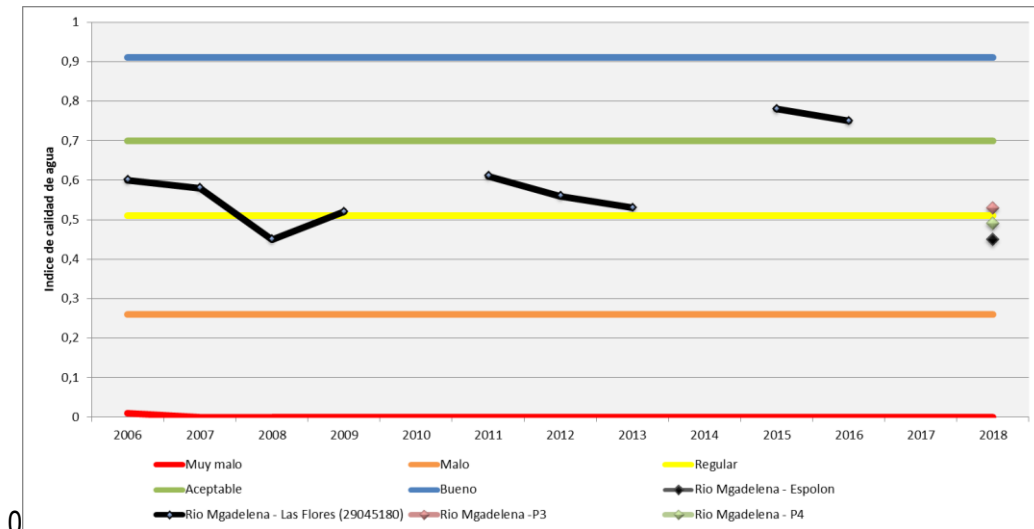
En la fase 5, se determinó si existe o no articulación en los planteamientos de las directrices seleccionados en la fase 4 en base a el análisis de contenido de la información recopilada.

### **III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **Comportamiento del Índice de Calidad del Agua (ICA) en el transepto de estudio**

El índice de calidad del agua del río Magdalena [24], a lo largo de los 22 km del área de estudio, ha oscilado entre "Mala", "Regular" y "Aceptable" en el período comprendido entre 2006 y 2018 (Ver Figura 2) poniendo de manifiesto la afectación negativa existente en la calidad física y química del agua del río en diferentes puntos. Durante la investigación no fue posible obtener datos para los años 2010, 2014 y 2017; no obstante, con base en la tendencia, se esperaría que no se haya presentado una variación significativa respecto a los resultados de los otros años. En relación a la calidad microbiológica, las 10 estaciones muestreadas en 2017 [10] reportaron una concentración de coliformes totales con valores de >1000 NMP/100ml, los cuales son considerados aceptables teniendo en cuenta que es el límite permisible para los criterios más restrictivos de la norma: uso de consumo humano y fines recreativo mediante contacto primario, según Decreto 1076 de 2015 artículos 2.2.3.3.9.4 y 2.2.3.3.9.7 [3].

**Figura 2.** Comportamiento del ICA en las estaciones de medición en el período 2006-2018.



Fuente: Elaboración propia, 2019. Basado en IDEAM [24] & Servicios de Ingeniería y ambiente S.A.S para CORMAGDALENA [9].

### Fuentes que afectan la calidad del agua y su consecuencia o impacto ambiental.

La calidad del agua del río Magdalena es consecuencia de la alteración generada por fuentes naturales y antrópicas, puntuales o difusas, presentes en la cuenca hidrográfica. Entre las fuentes naturales y difusas se identifican las precipitaciones que arrastran contaminantes atmosféricos y son considerada poco relevante para esta investigación debido a que el gran caudal que ostenta el río favorece la rápida dispersión o degradación de los contaminantes que pudieran depositarse por este medio, la cuña salina, que ostenta una dinámica variable y controlada fundamentalmente por el caudal del río, lo que le permite aumentar su extensión en el período seco, llevando los compuestos del agua marina por el tramo estuarino [25] del Magdalena y la erosión que genera un gran porcentaje del material suspendido existente en la columna de agua por efecto del material de arrastre del fondo y orillas. En un punto intermedio, se considera a la escorrentía superficial, subterránea y urbana, la cual proviene de un evento natural, cuya característica contaminante

importante está dada por actividades antrópicas<sup>4</sup>; para los dos primeros casos, la magnitud del efecto aumenta significativamente ya que por ser el tramo de estudio, la zona baja del río, recibe la carga contaminante procedente de las zonas más altas de la cuenca; entre tanto, la escorrentía urbana, facilita la disposición indirecta de residuos sólidos y otros contaminantes, en el cauce por efecto de arrastre en arroyos urbanos. En cuanto a las fuentes antrópicas, se identifican solo de tipo puntual y corresponden a derrames de contaminantes por empresas o por transportadores fluviales, obras hidráulicas y vertimientos de aguas residuales industriales o domésticas, siendo este último la fuente más reconocida por su constancia, volumen, carga contaminante y la que posibilita mayor control.

De acuerdo con la información suministrada por la CRA, se pudo establecer que en el transepto de estudio operan más de cincuenta (50) empresas con permiso de vertimiento vigente, las cuales representan veintiún (21) actividades económicas generadoras cuya participación porcentual frente al total de actividades económicas presentes en el área de estudio se presenta en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Actividades económicas generadoras de vertimiento en el río Magdalena, entre el km 00 y 22.

ACTIVIDAD ECONOMICA		Participación (%)
Código CIU Rev. 4.0 A.C	Descripción	
CIU 5222.	Actividades de puertos y servicios complementarios para el transporte acuático	28,6
CIU 5210.	Almacenamiento y depósito	11,9
CIU 1012.	Procesamiento y conservación de pescados, crustáceos y moluscos	7,1
CIU 1921.	Fabricación de productos de la refinación del petróleo	7,1
CIU 2021.	Fabricación de bases para preparación de insecticidas, fungicidas y herbicidas	7,1

<sup>4</sup> Actividades como la agricultura, ganadería y saneamiento

ACTIVIDAD ECONOMICA		Participación
CIIU 1020	Procesamiento y conservación de frutas, legumbres, hortalizas y tubérculos	2,4
CIIU 1030.	Fabricación de grasas y aceites vegetales	2,4
CIIU 1702.	Fabricación de papel y cartón ondulado (corrugado); fabricación de envases, empaques y de embalajes de papel y cartón	2,4
CIIU 2011.	Fabricación de sustancias y productos químicos básicos	2,4
CIIU 2012.	Fabricación de abonos y fertilizantes complejos o mixtos	2,4
CIIU 2023.	Fabricación de jabones y detergentes, preparados para limpiar y pulir; perfumes y preparados de tocador	2,4
CIIU 2029.	Fabricación de gomas, gelatinas y otros preparados químicos similares para la preparación de explosivos	2,4
CIIU 2310.	Fabricación de vidrio y productos de vidrio	2,4
CIIU 2395.	Fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso	2,4
CIIU 2431.	Fundición de hierro y de acero	2,4
CIU 3290.	Otras industrias manufactureras n.c.p.	2,4
CIIU 3315.	Mantenimiento y reparación de embarcaciones de recreo	2,4
CIIU 3511.	Generación de energía eléctrica	2,4
CIIU 3600.	Captación, tratamiento y distribución de agua	2,4
CIIU 4923.	Transporte de carga por carretera	2,4
CIIU 8543	Educación de instituciones universitarias o de escuelas tecnológicas	2,4

Fuente: Elaboración propia, 2019.

De acuerdo a lo anterior, cinco de las actividades económicas presentes el transepto de estudio representan el 62% de la industria generadora de vertimientos al río; predominando la actividad portuaria.

Los principales contaminantes que pueden aportar las fuentes identificadas, su efecto en el medio acuático y la consecuencia o impacto ambiental susceptible de generarse se describen en la Tabla 2. De su contenido podemos inferir que la materialización de la “alteración de las características físicas y químicas del hábitat acuático” es evidenciable en los resultados del ICA previamente analizado, esta afectación es constante debido a la continuidad del vertimiento doméstico e industrial que recibe y a la periódica escorrentía urbana, en la cual la disposición inadecuada de residuos es el

factor relevante, motivo por el cual el gobierno distrital invierte alrededor de 3.000.000 millones de peso al año; se tiene reporte que la Triple A puede recoger, por evento lluvioso fuerte, alrededor de 20 y 30 toneladas de residuos en los arroyos canalizados y que la policía impuso en 2018, al menos 43 comparendos [26]. Otro fuente que genera alteraciones de este tipo son los accidentes ambientales como los ocurridos en agosto de 2018 [27] y mayo de 2019 [28] en los cuales hubo, respectivamente, derrame de combustible por hundimiento de una draga y derrame de combustible de origen desconocido hasta la fecha; eventos de este tipo contribuyen además con “Afectación a usos del agua”, específicamente para preservación de flora y fauna y, “Modificación en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas”. Entre tanto, la “alteración de la hidráulica de las aguas superficiales”, “sedimentación del río”, “afectación del paisaje”, “modificación de hábitat acuáticos” y “afectación al uso del agua” se han reportado en medios locales, entre 2010 y 2018 con eventos como desintegración de la Isla Rondón, la desviación del Río hacia la margen oriental y la formación entre 2016 y 2018 de un islote entre el muelle de RiverPort y el Malecón del Río (entre el K13 y el K18) que según el Instituto de Estudios Hidráulicos y Ambientales de la Universidad del Norte [29], es debido a la sedimentación interna propia de procesos fluviales en curvas la construcción de estructuras hidráulicas, al material erosionado por el río a causa de cambios morfológicos ocurridos en el 2010-2011 por el fenómeno de La Niña (altos caudales), a los caudales bajos que presentó el río durante casi 4 años consecutivos (entre 2013 y 2016) los cuales aceleraron los procesos de sedimentación en zonas susceptibles de corrientes bajas y, a la construcción del nuevo puente Pumarejo que inició en el 2015 y generó socavación local en el fondo del lecho por efecto de las pilas como está previsto para este tipo de obras, pero que ocasiona que el material sea resuspendido del lecho y arrastrado aguas abajo.

La “afectación de los usos del agua”, específicamente para consumo humano y doméstico a causa de la cuña salina se materializó este año en febrero, obligando a la empresa Triple A a implementar medidas de contingencia en su planta de abastecimiento ubicada en el barrio Las Flores para lograr remover las sales presentes [30] y suministrarla en condiciones óptimas a la población de los municipios que surte.

La “afectación a la economía del área de influencia” y “afectación de las condiciones de salud de la población” asociados a sustancias radiactivas no serán ampliados en el análisis ya que se consideraron en escenarios de emergencias ambientales que las vinculen y de esto, a la fecha, no fue posible evidenciar antecedentes documentados; situación similar ocurre con la “afectación a la economía del área de influencia” por contaminación microbiológica y “afectación a la salud de la población por contaminación química de los productos pesqueros del río. Acerca de la “afectación de las condiciones de salud de la población” por contaminación microbiología en productos pesqueros no se evidencian reportes preocupantes o alertas sanitarias de acuerdo con los resultados de calidad microbiológica del agua revisados al inicio de este capítulo.

De acuerdo a lo anterior, es posible inferir que los retos para mejorar la calidad del agua en el tramo de estudio son: mantener los vertimientos domésticos e industriales controlados según la capacidad de asimilación y dilución del río, controlar la disposición inadecuada de residuos sólidos en el río por escorrentía urbana, controlar eficazmente las contingencias por accidentes ambientales y, gestionar proactiva y conjunta de las entidades territoriales e instituciones ante los cambios morfológicos del río.

**Tabla 2.** Consecuencias e impactos ambientales susceptibles de generarse en río Magdalena, entre el km 00 y 22.

CONTAMINANTES	FUENTES ASOCIADAS	PRINCIPALES EFECTO EN EL MEDIO ACUATICO	CONSECUENCIA/IMPACTO AMBIENTAL
Materia orgánica	Vertimientos de agua residual domestica e industrial. Escorrentía urbana	Disminución de oxígeno disuelto disponible en la columna de agua por la oxidación y sedimentación de la materia orgánica.	Alteración de las características químicas del hábitat acuático.
Compuestos orgánicos	Vertimientos de agua residual domestica e industrial Escorrentía Derrames de contaminantes por empresas Derrames de contaminantes por transportadores fluviales.	Disminución de oxígeno disuelto disponible en la columna de agua por consumirlo para la degradación de los compuestos. Algunos de estos compuestos pueden permanecer por largos períodos de tiempo en el medio acuático, porque tienen estructuras moleculares complejas difíciles de degradar por los microorganismos.	*Alteración de las características químicas del hábitat acuático. *Afectación a los usos del agua.
Material en suspensión (pueden ser orgánicas o inorgánicas)	*Erosión *Escorrentía *Vertimientos de agua residual industrial y domestica *Obras hidráulicas	*Afectación a la fotosíntesis y la respiración de organismos acuáticos debido a la absorción de radiaciones solares que reducen la transparencia en la columna de agua. *Destrucción de sitios de alimentación o desove de los peces *Relleno de ríos reduciendo el calado de puertos	*Alteración de las características físicas del hábitat acuático. *Modificación de hábitats acuáticos. *Afectación del paisaje. *Alteración de la hidráulica de las aguas superficiales *Sedimentación del río
Microrganismos patógenos	Vertimientos de agua residual doméstica.	*Contaminación de productos pesqueros. *Generación de metabolitos tóxicos.	*Afectación a los usos del agua *Afectación de las condiciones de salud de la población.

CONTAMINANTES	FUENTES ASOCIADAS	PRINCIPALES EFECTO EN EL MEDIO ACUATICO	CONSECUENCIA/IMPACTO AMBIENTAL
Sustancias químicas inorgánicas (ácidos, sales y metales tóxicos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Derrames de contaminantes por empresas</li> <li>*Derrames de contaminantes por transportadores fluviales</li> </ul>	*Bioacumulación en la cadena alimentaria (metales tóxicos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Afectación a los usos del agua.</li> <li>*Modificación en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas</li> <li>*Afectación del paisaje</li> <li>*Afectación a la economía del área de influencia</li> <li>*Afectación de las condiciones de salud de la población.</li> </ul>
	*Cuña salina	Disminución de oxígeno disuelto disponible en la columna de agua por acumulación de materia orgánica en el fondo de la cuña salina, la cual es consecuencia de la proliferación de fitoplancton por incremento en la disponibilidad de nutrientes. En casos de llegar a la anoxia, implica reducción o eliminación de poblaciones de la fauna y vegetación acuáticas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Alteración de las características químicas del hábitat acuático.</li> <li>*Modificación en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas</li> <li>*Afectación a los usos del agua.</li> </ul>
Nutrientes inorgánicos (Nitratos y fosfatos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Vertimientos de agua residual domestica e industrial</li> <li>*Escorrentía</li> </ul>	En cantidad excesiva inducen el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos provocando disminución de oxígeno disuelto disponible en la columna de agua. No obstante, su presencia es necesaria para la producción primaria del ecosistema acuático.	Alteración de las características químicas del hábitat acuático.
Sustancias radiactivas	Derrames de contaminantes por transportadores fluviales	*Bioacumulación en la cadena alimentaria.	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Afectación a los usos de agua.</li> <li>*Afectación de las condiciones de salud de la población.</li> <li>*Afectación a la economía del área de influencia</li> </ul>



CONTAMINANTES	FUENTES ASOCIADAS	PRINCIPALES EFECTO EN EL MEDIO ACUATICO	CONSECUENCIA/IMPACTO AMBIENTAL
Calor	Vertimientos de agua residual industrial	Elevación de la temperatura del agua natural en el punto de descarga y aguas abajo del mismo, ocasionando: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Disminución del oxígeno disuelto con la consecuente afectación al desarrollo y metabolismo de la fauna y flora presentes en el cuerpo de agua</li> <li>· Elevación del potencial tóxico de ciertas sustancias disueltas en el agua.</li> <li>· Incrementa las velocidades de reacción biológicas y la solubilidad de algunos compuestos.</li> </ul>	*Alteración de las características fisicoquímicas del hábitat acuático.

Fuente: Elaboración propia, 2019. Basada en ONU [31], Movellan [25] y Segura [32].

### Servicios ecosistémicos y su relación con los impactos ambientales y los retos de calidad del agua.

Los servicios ecosistémicos son aquellos beneficios que la humanidad recibe de la biodiversidad y de los cuales depende directa e indirectamente el desarrollo de todas las actividades de producción, extracción, asentamiento y consumo, así como el bienestar de nuestras sociedades [33]. Para el ecosistema analizado en esta investigación se identificaron 7 servicios que se detallan en la Tabla 3.

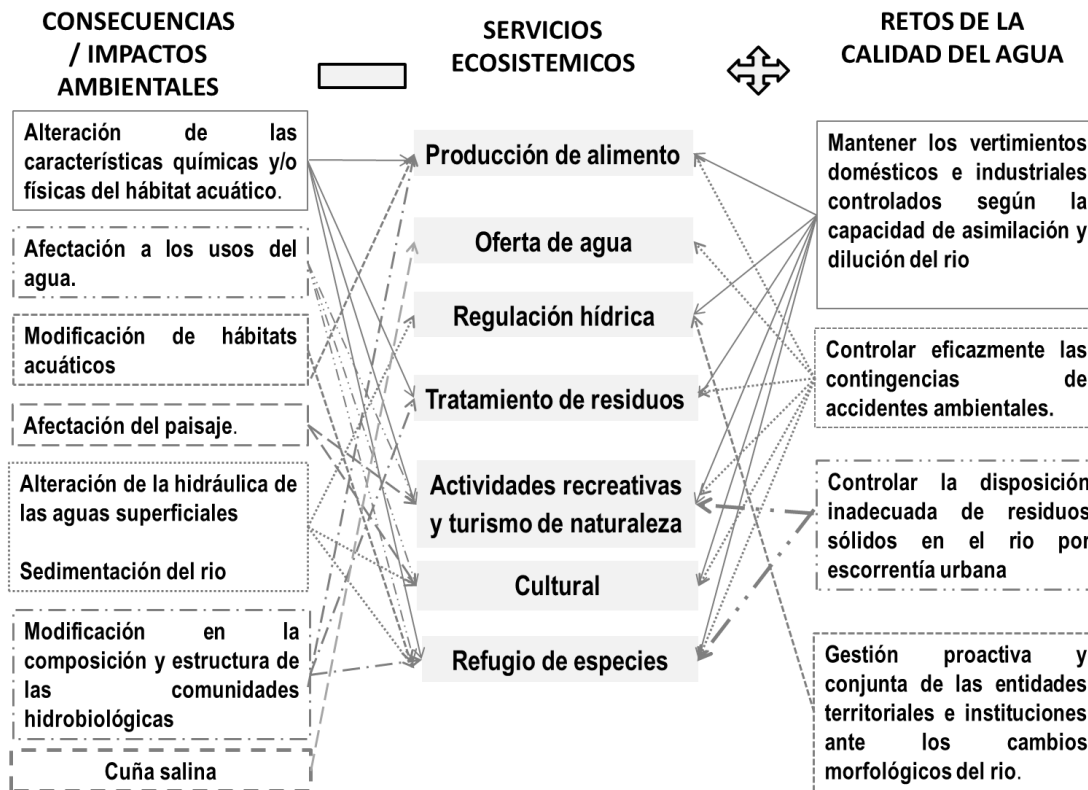
**Tabla 3.** Servicios ecosistémicos presentes en el transecto comprendido entre el km 00 y 22 del río Magdalena.

TIPO DE SERVICIO ECOSISTÉMICO	DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN ECOSISTÉMICA	EJEMPLOS EN EL AREA DE ESTUDIO
<b>SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO</b>	Producción de alimento	Producción primaria bruta de bienes extractables derivados de la biodiversidad	Producción pesquera
	Oferta de agua	Almacenamiento y retención de agua	Provisión de agua (consumo) – Abastecimiento de Triple A en el barrio Las Flores.
<b>SERVICIOS DE REGULACIÓN</b>	Regulación hídrica	Regulación de los flujos hidrológicos	Almacenamiento que posibilita el transporte acuático.
	Tratamiento de residuos	Recuperación de nutrientes móviles, remoción y descomposición de excesos de nutrientes y compuestos	Receptor de vertimientos
<b>SERVICIOS CULTURALES</b>	Actividades recreativas y turismo de naturaleza	Proveer oportunidades para actividades recreacionales	Ecoturismo (visita a malecones, paseos por el río)
	Cultural	Proveer oportunidades para usos no comerciales	Estética y Artística (malecones), educacional, valores científicos del ecosistema
<b>SERVICIO DE SOPORTE</b>	Refugio de especies	Hábitat para poblaciones residentes y migratorias	Semilleros, hábitat de especies migratorias, locales

Fuente: Elaboración propia, 2019. Basada en Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) de Colombia [14]; Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EEM) [15]; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) [16]; Constanza [17] y Corredor Biológico Mesoamericano [18].

Al analizar el relacionamiento de los servicios ecosistémicos con las consecuencias e impactos ambientales y los retos de la calidad del agua se identificaron las conexiones negativas y positivas presentadas en la Figura 3.

**Figura 3.** Relación entre los servicios ecosistémicos, las consecuencias e impactos ambientales y los retos de calidad del agua identificados en esta investigación.



Fuente: Elaboración propia, 2019

De lo anterior se puede inferir que los servicios culturales y el de soporte serían los más afectados, debido a que acumulan el mayor número de consecuencias/impactos ambientales que les perjudican y que la implementación de retos de calidad de agua identificados favorece a la mayoría de los servicios ecosistémicos identificados por esta investigación para el área de estudio, excepto a la oferta de agua, debido a que en el contexto que nos ocupa, la cantidad y disponibilidad del recurso es consecuencia de factores climáticos.

### **Planificación local para afrontar los retos de la calidad del agua del río Magdalena y potencializar los servicios ecosistémicos en el área de estudio.**

Al revisar los instrumentos de planificación de las entidades gubernamentales locales y las autoridades ambientales competentes en el transepto de estudio se pudo establecer que existen directrices para afrontar los retos de la calidad del agua del río Magdalena identificados en esta investigación. En algunos de los instrumentos revisados se identificaron directrices cuyo tema estaba asociado a los retos de calidad del agua o a los servicios ecosistémicos; sin embargo, no estaban enfocados en el área de investigación o no se podía determinar su lugar de aplicación territorial, motivo por el cual no fueron incluidos en los resultados. También se identificaron directrices que si bien, no estaban formuladas en un marco ambiental o cultural, su implementación ocasionaría beneficios en los ámbitos de interés por lo que fueron incluidos en el análisis.

El manejo y control de vertimientos de agua residual doméstica e industrial es responsabilidad legal de las autoridades ambientales, motivo por el cual son los instrumentos de planificación formulados por éstas, los que cuentan con planificación al respecto (Ver Tabla 4). El D.E.I.P de Barranquilla alcanza una cobertura de alcantarillado sanitario del 97% y cuenta con dos plantas de tratamiento de aguas residuales operadas por Triple A, la cobertura incluye a las empresas ubicadas en el margen occidental del río Magdalena motivo por el cual desde los entes gubernamentales no hay planteamiento en este tema para la zona de estudio.

En relación al control de la disposición inadecuada de residuos en el río por escorrentía urbana, se evidencia liderazgo de la alcaldía distrital y acompañamiento de la C.R.A (Ver Tabla 5); se resalta el enfoque de educación ambiental y comparendos que se incluye, ya que encara la causa raíz del

problema; no obstante, su eficacia puede no verse pronto en la mayoría de la población por lo que la canalización subterránea de los arroyos es un aporte significativo a la mejora.

Para el control eficaz de las consecuencias de accidentes ambientales que puedan ocurrir en el transepto de interés en el río no se identificaron muchas referencias en los instrumentos de planificación revisados; posiblemente por sentirse cobijados por el Plan Nacional de Contingencia contra derrames de hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas establecido mediante el Decreto 321 de 1999 donde se tienen las directrices de actuación para eventos. Solo la Alcaldía de Barranquilla, mediante el Plan de gestión del riesgo distrital [34] incluye el evento “Derrame de Mercancías Peligrosas por el Río Magdalena delimitado en la Ciudad Puerto de Barranquilla desde el Km 00 (Tajamar) hasta Km 33.5 (Aguas Arriba de Puerto PIMSA)”. Puede ser conveniente revisar el alcance del tema en el componente de gestión del riesgo desarrollada por cada entidad/autoridad. Finalmente, se identificaron directrices enfocadas en la gestión conjunta de las entidades y autoridades ambientales ante los cambios morfológicos del río (Ver Tabla 6) que vinculan a la Gobernación del Atlántico, a la Alcaldía de Barranquilla y a CORMAGDALENA.

**Tabla 4.** Directrices de la planificación local para el control de vertimientos en el área de interés.

RESPONSABLE DE SU EJECUCIÓN	INSTRUMENTO DE PLANIFICACIÓN Y DIRECTRICES
RETOS DE CALIDAD DEL AGUA	Mantener los vertimientos domésticos e industriales controlados según la capacidad de asimilación y dilución del río
C.R.A - CORMAGDALENA - CONSERVACIÓN INTERNACIONAL COLOMBIA	<p><b>POMCA del río Magdalena en Departamento del Atlántico (2007)</b>                      Programa: Recuperación de la calidad del agua.                      Subprograma: Saneamiento básico                      Acciones: Inventariar y caracterizar los vertimientos en asocio con la empresa privada y establecer límites de vertimiento con base en la capacidad de carga y expedir acto.</p>
C.R.A	<p><b>Plan de Gestión Ambiental Regional 2012-2022</b>                      Programa: Ordenación y reglamentación del Recurso hídrico                      Proyecto: Control y seguimiento de la carga contaminante</p>
C.R.A	<p>Programa: Control y seguimiento ambiental                      Proyecto: Evaluación y seguimiento de tramites ambientales.</p>
C.R.A	<p><b>Plan de Acción cuatrienal 2016-2019</b>                      Programa: Evaluación, control y seguimiento ambiental.                      Proyecto: Evaluación y seguimiento de tramites ambientales.</p>

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Análisis de la articulación entre la planificación de las entidades gubernamentales locales y las autoridades ambientales competentes para afrontar los retos de la calidad del agua del río Magdalena y potencializar los servicios ecosistémicos, en el transepto comprendido entre el km 00 y 22  
Lizeth Ortiz Pertúz

**Tabla 5.** Directrices de la planificación local revisada para el control de la disposición inadecuada de residuos en el río por escorrentía urbana.

RESPONSABLE DE SU EJECUCIÓN	INSTRUMENTO DE PLANIFICACIÓN Y DIRECTRICES
RETOS DE CALIDAD DEL AGUA	Controlar la disposición inadecuada de residuos sólidos en el río por escorrentía urbana.
ALCALDIA DE BARRANQUILLA	<p><b>Plan de Ordenamiento Territorial del D.E.I.P de Barranquilla 2012-2032</b>            Política: Gestión ambiental urbana            Estrategia 1: Disminuir la alta generación de residuos, la escasa separación en la fuente, el bajo aprovechamiento y tratamiento de residuos, el manejo inadecuado de residuos peligrosos y la inadecuada disposición de residuos que afectan estas áreas.            Estrategia 2: Restablecer las rondas de los arroyos y los caños o brazos del Río Magdalena, entre la Vía 40 y sus desembocaduras sobre el río            Estrategia 3. Plan Maestro de Arroyos</p> <p><b>Plan de Desarrollo distrital 2016-2019</b>            Programa 1: Conviviendo con el medio ambiente            Proyecto 1: Protección y recuperación del recurso hídrico y microcuencas de los arroyos.            Proyecto 2. Educación ambiental.</p>
ALCALDIA DE BARRANQUILLA	<p>Programa 2: Defensa del medio ambiente            Proyecto 1: Implementación y estructuración del compendio ambiental</p> <p>Programa 3: Gestión de residuos sólidos            Proyecto 1. Ajuste y adopción del PGIR</p> <p>Programa 4: Barranquilla sin arroyos.            Proyecto 1: Sistema de drenaje cuenca occidental (mantenimiento, limpieza y/o rectificadas)            Proyecto 2: Sistema de drenaje cuenca oriental (canalizados )</p>
C.R.A	<p><b>Plan de Acción cuatrienal 2016-2019</b>            Programa: Recuperación de ecosistemas del departamento del Atlántico            Proyecto: Canalización de arroyos de Barranquilla</p>

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Tabla 6.** Directrices de la planificación local revisada para la gestión conjunta de las entidades y autoridades ambientales ante los cambios morfológicos del río.

RESPONSABLE DE SU EJECUCIÓN	INSTRUMENTO DE PLANIFICACIÓN Y DIRECTRICES
RETO DE CALIDAD DEL AGUA	Gestionar proactiva y conjunta de las entidades territoriales e instituciones ante los cambios morfológicos del río
GOBERNACIÓN DE ATLANTICO	<p>Mencionan el Reto 6. Río Magdalena, según el cual "trabajaremos por la recuperación de la navegabilidad del Río en articulación con CORMAGDALENA", pero no está asociado a un programa específico</p> <p><b>Plan de Ordenamiento Territorial del D.E.I.P de Barranquilla 2012-2032</b>            Política: Competitividad</p>
ALCALDIA DE BARRANQUILLA	<p>Estrategia: Mejorar la conectividad mediante una adecuada infraestructura terrestre y portuaria en su territorio y facilitar el acceso a las redes de comunicación aérea en otras ciudades.            Proyecto: Navegabilidad del río magdalena</p>
ALCALDIA DE BARRANQUILLA	<p><b>Plan de Desarrollo distrital 2016-2019</b>            Programa: Recuperemos el río.            Proyecto 1: Mejoramiento funcional del río            Proyecto 2: Recuperación y mantenimiento de caños</p>
CORMAGDALENA	<p><b>Plan de acción de CORMAGDALENA 2019-2021</b>            Programa: Recuperación de la navegación            Proyecto 1: En el trienio 2019-2021 se estructurará, se licitará, se adjudicará y entrará en operación el nuevo proyecto de asociación público privada – APP)            Proyecto 2: Plan de dragado durante los años 2019 y 2020 del canal de acceso 0 a 22 km.</p>

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En cuanto a la relación entre la planificación local y los servicios ecosistémicos, se resalta que todos los instrumentos de planificación revisados los contemplan y vinculan en su estructura conceptual y de soporte. Para los servicios “Producción de alimentos”, “Oferta de agua” y “tratamiento de residuos” no se identificó una directriz clara enfocada en su potenciamiento debido a que el uso del río no está enfocado en la pesca y los productos que se extraen son para subsistencia y artesanal, la oferta de agua, en términos de cantidad y disponibilidad, en el contexto que nos ocupa, es consecuencia de factores climáticos; finalmente, la capacidad de asimilación de contaminantes del río es considerada buena por la autoridad ambiental por lo que no requiere acciones al respecto, ya que refleja en los bajos valores de DBO y DQO reportados en sus mediciones los cuales se encuentran por debajo de la norma, al igual que otros parámetros; a pesar de ser el cuerpo de agua que recibe directa e indirectamente la mayor cantidad de vertimientos en el país [35].

La potencialización del servicio “Regulación hídrica”, se asocia a la ordenación de la cuenca como se evidencia en la Tabla 7, mientras el “Refugio de especies” se puede ver favorecido con el monitoreo y seguimiento que se realice al recurso hídrico, proyecto contemplado por la CRA en su Plan de Gestión Ambiental Regional 2012-2022 y Plan de Acción cuatrienal 2016-2019, en sus programas asociados a Ordenación y reglamentación del Recurso hídrico; en contraste, para este servicio se pudo identificar una posible afectación negativa debido al proyecto “Plan de dragado durante los años 2019 y 2020 del canal de acceso, km 00 al 22 km” previsto en el programa Medio ambiente y recursos naturales renovables del Plan de acción de CORMAGDALENA 2019-2021.

La planificación asociada a actividades recreativas, de turismo de naturaleza y culturales en el área de estudio, fue formulada por gobernación, la alcaldía distrital y la C.R.A y, gira en torno a la nueva infraestructura construida en la orilla del río (Ver Tabla 8 y Tabla 9).

**Tabla 7.** Directrices de la planificación local revisada susceptibles de potencializar la regulación hídrica.

SERVICIO ECOSISTEMICO	Regulación hídrica
RESPONSABLE DE SU EJECUCIÓN	INSTRUMENTO DE PLANIFICACIÓN Y DIRECTRICES
C.R.A	<b>Plan de Gestión Ambiental Regional 2012-2022</b> Programa: Planificación y ordenamiento de cuencas Proyecto: Ajuste, formulación y revisión de los POMCA
C.R.A	<b>Plan de Acción cuatrienal 2016-2019</b> Programa: Ordenación de cuencas hidrográficas Proyecto: Ajuste, formulación y revisión de los POMCA"
CORMAGDALENA	<b>Plan de acción de CORMAGDALENA 2019-2021</b> Programa: Medio ambiente y recursos naturales renovables Proyecto: Actualizar el Plan de Manejo de Cuenca del Río Magdalena

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**Tabla 8.** Directrices de la planificación local revisada susceptibles de potenciar las actividades recreativas y de turismo de naturaleza

SERVICIO ECOSISTEMICO	Actividades recreativas y turismo de naturaleza
RESPONSABLE DE SU EJECUCIÓN	INSTRUMENTO DE PLANIFICACIÓN Y DIRECTRICES
GOBERNACIÓN DE ATLANTICO	<b>Plan de Desarrollo Departamental 2016-2019 “Atlántico Líder”</b> Programa 1: Atlántico líder en deporte, la recreación y el aprovechamiento del tiempo Libre con enfoque étnico diferencial. Busca promover el acceso de la población a la práctica del deporte, la recreación y el aprovechamiento del tiempo libre, para la formación integral de la persona."  Programa 2: Atlántico líder en competitividad turística nacional e internacional con enfoque diferencial" Proyecto: Cofinanciación de la Construcción del malecón Avenida del Río
ALCALDIA DE BARRANQUILLA	<b>Plan de Ordenamiento Territorial del D.E.I.P de Barranquilla 2012-2032</b> Responder a la demanda urbana de recursos naturales y los requerimientos para sugestión y administración" Proyecto: Obras de adecuación, protección y uso recreativo pasivo de las Rondas y Zonas de Preservación Ambiental de los Mangles de la Ciénaga de Mallorquín, frente sobre el Mar Caribe y la Ronda del Magdalena
ALCALDIA DE BARRANQUILLA	<b>Plan de Desarrollo distrital 2016-2019 “Barranquilla, Capital de Vida”</b> Programa: Ciudad Frente al Río. Busca brindar disfrute del paisaje del río, un elemento escénico con riqueza de espacio público y zonas verdes Proyecto 1: Construcción de la AV del Río Proyecto 2.: Plan de renovación urbana del entorno del río Proyecto 3. Recuperación del malecón de las Flores"

Fuente: Elaboración propia, 2019.



**Tabla 9.** Directrices de la planificación local revisada susceptibles de potenciar las actividades culturales

SERVICIO ECOSISTEMICO	Cultural: Estética y Artística, educacional, valores científicos del ecosistema
RESPONSABLE DE SU EJECUCIÓN	INSTRUMENTO DE PLANIFICACIÓN Y DIRECTRICES
C.R.A	<b>Plan de Ordenamiento y Manejo de la cuenca del río Magdalena en el Departamento del Atlántico (2007)</b> Subprograma de Investigación Biológica y Ecológica Proyecto: Definir de las líneas de investigación requeridas para los ecosistemas de la cuenca
ALCALDIA DE BARRANQUILLA	<b>Plan de Ordenamiento Territorial del D.E.I.P de Barranquilla 2012-2032</b> Política: Gestión ambiental urbana Estrategia: Sembrar, preservar y mantener estas áreas con arborización y vegetación nativa que mejoren el microclima, la calidad del aire y la reducción del dióxido de carbono (enfoque estético) Proyecto: Av. Río - Parque Lineal Río Magdalena"

Fuente: Elaboración propia, 2019.

#### IV. CONCLUSIONES

Al final la investigación, los resultados obtenidos permitieron establecer que:

- La tendencia de la calidad del agua del río Magdalena en el transepto de estudio, de acuerdo con los resultados del índice de calidad del agua, ha oscilado entre "Mala", "Regular" y "Aceptable" en el período comprendido entre 2006 y 2018, evidenciando la existencia de una la afectación negativa en la calidad física y química del agua. Entre tanto, para la calidad microbiológica se reportaron valores considerados aceptables.
- Las fuentes que afectan la calidad del agua en el transepto de estudio, a criterio de esta investigación, son la erosión; la cuña salina; escorrentía superficial, subterránea y urbana; las obras hidráulicas; los derrames de contaminantes por empresas o por transportadores fluviales en caso de emergencias y los vertimientos de aguas residuales industriales o domésticas; siendo las principales actividades económicas generadoras de estos, la actividad portuaria, seguida de almacenamiento y depósito, procesamiento y conservación de pescados,

crustáceos y moluscos, fabricación de productos de la refinación del petróleo y fabricación de bases para preparación de insecticidas, fungicidas y herbicidas.

- Los impactos ambientales identificados para el área de estudio son la alteración de las características químicas y/o físicas del hábitat acuático, la afectación a los usos del agua, modificación de hábitats acuáticos, la modificación en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas, la afectación del paisaje, la alteración de la hidráulica de las aguas superficiales y sedimentación del río.
- Los retos identificados en esta investigación para mantener una adecuada calidad del agua en el tramo de estudio consistente en mantener los vertimientos domésticos e industriales controlados según la capacidad de asimilación y dilución del río; controlar la disposición inadecuada de residuos sólidos en el río por escorrentía urbana; controlar eficazmente las contingencias de accidentes ambientales y, gestionar proactiva y conjunta de las entidades territoriales e instituciones ante los cambios morfológicos del río.
- Los servicios ecosistémicos identificados para el transepto comprendido entre el km 00 y 22 del río Magdalena son: de abastecimiento, la producción de alimento, la oferta de agua; de regulación, la regulación hídrica, el tratamiento de residuos; entre los culturales, el cultural, las actividades recreativas y turismo de naturaleza y, el de soporte, ser refugio de especies. Esta investigación pudo establecer que los servicios culturales y el de soporte acumulan el mayor número de impactos ambientales que les perjudican por lo que pueden ser los más afectados; entre tanto, la mayoría de los servicios ecosistémicos identificados se verían favorecido con la implementación de retos de calidad de agua identificados.

- Los instrumentos de planificación de las entidades gubernamentales locales y las autoridades ambientales competentes en el transepto de estudio contienen directrices para afrontar los retos de la calidad del agua del río Magdalena identificados en esta investigación, por lo que no se requiere nuevas líneas de acción; no obstante, es pertinente revisar la vinculación de las emergencias de índole ambiental (no naturales), en el análisis de gestión de riesgos.

Teniendo en cuenta lo descrito, se concluye que la planificación local revisada contienen directrices para afrontar los retos de la calidad del agua y potencializar los servicios ecosistémicos identificados en esta investigación y, que existe articulación interinstitucional entre los planteamientos, lo que constituye un antecedente positivo para que el D.E.I.P de Barranquilla pueda materializar su proyección socioeconómica, en el marco del desarrollo sostenible, manteniendo en condiciones adecuadas el ecosistema que provee los servicios en los cuales se sustenta gran parte de su desarrollo.

## V. REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Transporte de Colombia, «La economía y el desarrollo se mueven por el Río Magdalena,» 2017. [En línea]. Available: <https://mintransporte.gov.co/micrositios/cci/la-economia-y-el-desarrollo-se-mueven-por-el-rio-magdalena.html>.
- [2] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia., Bogotá D.C.: Publicación aprobada por el Comité de Comunicaciones y Publicaciones del IDEAM, 2013, ISSN 2346-4720.
- [3] Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, «Decreto único reglamentario del sector

- ambiente y desarrollo sostenible,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/81-normativa/2093-plantilla-areas-planeacion-y-seguimiento-30#decreto-%C3%BAnico-hipervinculos>.
- [4] D. J. Aguas Medina, K. E. Peña Coronado y J. C. Ospina Árias, «The Magdalena river canal and the synergies for the development of Barranquilla,» *Dimensión Empresarial*, vol. 15, nº 2, pp. 211-240, 2017.
- [5] Alcaldía de Barranquilla, «Documento Técnico de Soporte - Libro I: Componente General,» de *Plan de Ordenamiento Territorial*, Barranquilla, 2012, p. 544.
- [6] Alcaldía Distrital de Barranquilla, *Plan de desarrollo distrital 2016-2019 Barranquilla: Capital de Vida*, Barranquilla, 2016.
- [7] Procuraduría delegada para asuntos ambientales y agrarios, «Río Magdalena - Informe social, económico y ambiental,» Procuraduría General de la Nación, Barranquilla, 2013.
- [8] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, «Hoja metodológica del indicador Índice de calidad del agua (Versión 1,00). Sistema de indicadores ambientales de Colombia - Indicadores de calidad del agua superficial.,» Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, Bogotá D.C., 2013.
- [9] Servicios de Ingeniería y Ambiente S.A.S., «Informe técnico de estudio de caracterización de agua superficial y marina - Dredging International Services Cyprus Ltd. Sucursal Colombia,» Barranquilla, 2018.
- [10] E. S. C. A. c. S. e. I. CORMAGDALENA, «Plan de monitoreo y seguimiento al dragado de mantenimiento del canal de acceso al puerto de Barranquilla. Informe de monitoreo antes de

dragado INF 255-2017.,» Barranquilla, 2017.

- [11] República de Colombia, «Decreto número 1575 de 2007,» Ministerio de la Protección Social, Bogotá D.C., 2007.
- [12] Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE, «Clasificación industrial industrial uniforme de todas las actividades económicas - Revisión 4 adaptada para Colombia, CIIU Rev. 4 A.C.,» Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE, Bogotá D.C., 2012.
- [13] V. Conesa, Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental, Madrid: Mundiprensa, 2010.
- [14] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Guía de aplicación de la valoración económica ambiental., Bogota D.C, 2012.
- [15] W. V. Reid, H. A. Mooney, A. Cropper, D. Capistrano, S. R. Carpenter, K. Chopra, P. Dasgupta, T. Dietz, A. K. Duraiappah, R. Hassan, R. Kaspersen, R. Leemans, R. M. May, T. McMichael, P. Pingali, C. Samper, R. Scholes, R. T. Watson, A. H. Zakri, Z. Shidong, N. J. Ash, E. Bennett, P. Kumar, M. J. Lee, C. Raudsepp-Hearne, H. Simons, J. Thonell y M. B. Zurek, «Evaluación de los Ecosistemas del Milenio,» Millenium Ecosystem Assessment, 2005.
- [16] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación & Organismo Autónomo Parques Nacionales (OAPN), Pago por Servicios ambientales en America Latina, Santiago de Chile: Programa FAO/OAPN, 2009.
- [17] R. Constanza, M. Grasso, R. Groot, B. Hannon, R. d'Arge, S. Farber, K. Limburg, S. Naeem, R. O'Neill, J. Paruelo, R. G. Raskin, P. Sutton y M. Van den Belt, «The value of the world's ecosystem services and natural capital,» *Nature*, vol. 387, p. 8, 1997.

- [18] Corredor Biológico Mesoamericano, Guía metodológica de valoración económica de bienes, servicios, e impactos ambientales, R. Barzev, Ed., Managua: CCAD-PNUD/GEF, 2002, p. 76.
- [19] Corporación Autónoma Regional del Atlántico, CORMAGDALENA & Conservación Internacional, «Plan de Ordenamiento y manejo de la cuenca hidrográfica del río Magdalena en el Departamento del Atlántico,» Barranquilla, 2007.
- [20] Corporación Autónoma Regional del Atlántico, «Lineas Estratégicas,» de *Plan de Gestión Ambiental Regional 2012-2022*, Barranquilla, 2012, p. 23.
- [21] Corporación Autónoma Regional del Atlántico, Plan de Acción Cuatrienal 2016-2019. Atlántico frente al cambio climático, Barranquilla., 2016.
- [22] Gobernación del Atlántico, Plan de Desarrollo Departamental 2016-2019. Atlántico Líder, Barranquilla, 2016.
- [23] Corporación Autónoma del Río Grande de la Magdalena, CORMAGDALENA, Guía Estratégica, Plan de Acción 2019-2021 "Por la Transparencia y la eficiencia", Bogotá D.C, 2019.
- [24] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, «Índice de calidad del agua promedio, calculado con 5 y 6 variables, por año, según estación de monitoreo. 2005-2017.,» Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, Bogotá D.C., 2016.
- [25] E. Movellan, «Modelado de la cuña salina y del flujo de nutrientes en el tramo estuarino del río Ebro,» Barcelona. , 2004.
- [26] El Heraldo, «[www.elheraldo.co](http://www.elheraldo.co),» 02 Agosto 2018. [En línea]. Available: <https://www.elheraldo.co/barranquilla/arroyos-camino-facil-para-botar-la-basura-526074>. [Último

acceso: 19 Julio 2019].

- [27] El Heraldo, «[www.elheraldo.co](http://www.elheraldo.co),» 18 Agosto 2018. [En línea]. Available: <https://www.elheraldo.co/barranquilla/hundimiento-de-draga-provoco-derrame-de-aceite-en-el-rio-triple-532027>. [Último acceso: 19 Julio 2019].
- [28] El Espectador, «[www.elespectador.com](http://www.elespectador.com),» 16 Mayo 2019. [En línea]. Available: <https://www.elespectador.com/noticias/nacional/emergencia-ambiental-por-derrame-de-combustible-en-el-rio-magdalena-articulo-860952>. [Último acceso: 19 Julio 2019].
- [29] El Heraldo, «[www.elheraldo.co](http://www.elheraldo.co),» 27 Enero 2019. [En línea]. Available: <https://www.elheraldo.co/barranquilla/por-que-se-formo-un-islote-junto-al-malecon-592387>. [Último acceso: 20 Julio 2019].
- [30] El Heraldo, «[www.elheraldo.co](http://www.elheraldo.co),» 29 Febrero 2019. [En línea]. Available: <https://www.elheraldo.co/barranquilla/triple-trabaja-24-horas-para-retirar-cuna-marina-en-las-flores-596574>. [Último acceso: 21 Julio 2019].
- [31] Organización de las Naciones Unidas, La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar, Santiago de Chile: Comisión económica para América Latina y el Caribe, 2002.
- [32] L. Segura, «Estudio de antecedentes sobre la contaminación hídrica en Colombia,» Bogota. D.C, 2007.
- [33] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, Bogota D.C: Instituto Humboldt, 2012.
- [34] Alcaldía de Barranquilla, «Plan de gestión del riesgo de desastres del D.E.I.P de Barranquilla,

2017-2032,» Barranquilla, 2017.

[35] Corporación Autónoma Regional del Atlántico, «Documentación del estado de las cuencas hidrográficas en el Departamento del Atlántico,» Barranquilla, 2007.

[36] A. Otero, El puerto de Barranquilla: retos y recomendaciones, Cartagena: Banco de la República - Centro de Estudios Económicos Regionales (CEER), 2011, ISSN 1692-3715.

[37] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico, Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010, ISBN 978-958-8491-35-6.

[38] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, Estudio nacional del agua 2010, Bogotá D.C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2010, ISBN 978-958-8067-32-2.

[39] Ministerio de Transporte de Colombia, «mintransporte.gov.co,» 2019. [En línea]. [Último acceso: 18 7 2019].

[40] Ministerio de Salud Pública, Decreto 475 de 1998, Bogotá D.C., 1998.

[41] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, «<http://www.ideam.gov.co>,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/agua>. [Último acceso: 18 7 2019].