

ACTUALIZACIÓN
POMCA
CIÉNAGA DE MALLORQUÍN
Y LOS ARROYOS GRANDE Y LEÓN



**FASE DE DIAGNÓSTICO
ANÁLISIS SITUACIONAL**

2025



V 4
Consorcio
Mallorquín 2024

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
1. REFLEXIONES ANTECEDENTES AL ANÁLISIS SITUACIONAL PARA LA CUENCA.....	2
1.1. Análisis Inicial a partir de Información Existente	3
1.2. Aportes de los Actores.....	4
1.2.1. Juan Mina (Barranquilla).....	4
1.2.2. Puerto Colombia	5
1.2.3. Pital de Mengua	6
1.2.4. Guaimaral.....	8
1.2.5. Cuatro Bocas.....	9
1.3. Elementos Base para el Análisis Situacional	10
2. POTENCIALIDADES Y LIMITANTES DE LA CUENCA.....	11
2.1. Potencialidades.....	11
2.1.1. Caracterización Político-administrativa	11
2.1.2. Geología/Geomorfología/Hidrogeología	13
2.1.3. Clima/Hidrografía	15
2.1.4. Hidrología.....	18
2.1.5. Coberturas y Uso de la Tierra.....	20
2.1.6. Capacidad de Uso de los Suelos.....	23
2.1.7. Fauna, Flora y Ecosistemas	24
2.1.8. Componente Social-Cultural-Económico	26
2.1.9. Síntesis de Potencialidades para la Cuenca.....	31
2.2. Limitantes y Conflictos.....	32
2.2.1. Caracterización Política/Administrativa.....	32
2.2.2. Geología/Geomorfología/Hidrogeología	32
2.2.3. Clima.....	33
2.2.4. Hidrología	34
2.2.5. Coberturas y Uso de la Tierra.....	35

2.2.6. Capacidad de Uso de los Suelos	35
2.2.7. Fauna, Flora y Ecosistemas	36
2.2.8. Componente Social-Cultural-Económico	37
2.2.9. Síntesis de Limitantes y condicionamientos	38
3. CONFLICTO POR EL USO DE RECURSOS NATURALES	40
3.1. Conflicto por Uso de las Tierras	40
3.1.1. Metodología	41
3.1.2. Definición de los tipos de conflicto por uso de la tierra	44
3.1.3. Conflictos por uso de la tierra en la Cuenca de la Ciénaga de Mallorcaín y Arroyos Grande y León	46
3.1.4. Síntesis de los conflictos por uso de la tierra	60
3.2. Conflicto por uso del agua	61
3.3. Conflicto por pérdida de cobertura en ecosistemas estratégicos	66
3.4. Análisis y Evaluación de Conflictos	69
4. ANÁLISIS DE TERRITORIOS FUNCIONALES	75
4.1. Relaciones Ordenadoras Predominantes	76
4.2. Efecto de las Relaciones Predominantes sobre los Servicios Ambientales de la Cuenca	81
BIBLIOGRAFÍA	90

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Estudio sobre la evolución del bosque de manglar en la Ciénaga de Mallorcaín: (a) 1985, (b) 1998, (c) 2013 y (d) 2018.	2
Figura 1.2. Noticias sobre deterioro de ecosistemas en Barranquilla.....	4
Figura 1.3. Noticias sobre contaminación en la Cuenca	6
Figura 1.4. Noticias sobre problemas de saneamiento en Baranoa	7
Figura 1.5. Noticias sobre abandono institucional en Tubará	8
Figura 1.6. Noticias sobre posible contaminación originada por industrias en Tubará	9
Figura 3.1. Determinación de conflictos por el uso de la tierra.....	42
Figura 3.2. Ejemplo de calificación para cruce de polígonos.....	43
Figura 3.3. Distribución porcentual del uso adecuado y los conflictos por uso de las tierras.	47
Figura 3.4. Distribución geográfica del uso adecuado y los conflictos por uso de las tierras	48
Figura 3.5. Tierras sin conflicto por uso o uso adecuado.....	49
Figura 3.6. Tierras en conflicto por Subutilización	51
Figura 3.7. Tierras en conflicto por Sobreutilización.....	53
Figura 3.8. Distribución del uso adecuado y los conflictos dentro del municipio de Galapa.	54
Figura 3.9. Distribución del uso adecuado y los conflictos dentro del municipio de Puerto Colombia.....	55
Figura 3.10. Distribución del uso adecuado y los conflictos dentro del municipio de Barranquilla.....	56
Figura 3.11. Distribución del uso adecuado y los conflictos dentro del municipio de Baranoa	57
Figura 3.12. Distribución del uso adecuado y los conflictos dentro del municipio de Tubará.	58
Figura 3.13. Distribución del uso adecuado y los conflictos dentro del municipio de Soledad	59
Figura 3.14. Índice por uso del agua, condición normal.....	62



Figura 3.15. Índice de uso del agua, condición seca	63
Figura 3.16. IACAL para la cuenca de la Ciénaga de Mallorca y Arroyos Grande y León..	64
Figura 3.17. Conflicto por uso del agua para la cuenca de la Ciénaga de Mallorca y Arroyos Grande y León.....	65
Figura 3.18. Conflictos por pérdida de coberturas naturales.....	68
Figura 4.1. Relaciones urbano-rurales en el área de la Cuenca de la Ciénaga de Mallorca y los Arroyos Grande y León.....	78
Figura 4.2. Espacialización del Indicador de Oferta hídrica superficial	82
Figura 4.3. Espacialización del Indicador de Oferta Hídrica subterránea	83
Figura 4.4. Espacialización del Indicador de Producción de alimentos.....	84
Figura 4.5. Espacialización del Indicador de Conservación de las Coberturas naturales	85
Figura 4.6. Espacialización del Indicador de Ecosistemas Estratégicos.....	86
Figura 4.7. Espacialización del Indicador de Regulación de Eventos Extremos	87
Figura 4.8. Espacialización del Índice de Oferta Ecosistémica.....	88

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2.1. Potencialidades Político-administrativas Documentales vs. Estudios de campo..	11
Tabla 2.2. Potencialidades Geología/Geomorfología/Hidrogeología Documentales vs Estudios de campo.....	14
Tabla 2.3. Potencialidades Clima e Hidrografía Documentales vs Estudios de campo.....	16
Tabla 2.4. Potencialidades Hidrología: Documentales vs Estudios de campo.....	18
Tabla 2.5. Potencialidades Coberturas y uso de la Tierra: Documentales vs Estudios de campo	21
Tabla 2.6. Potencialidades Capacidad de uso del Suelo: Documentales vs Estudios de campo	23
Tabla 2.7. Potencialidades Flora, Fauna y Ecosistemas: Documentales vs Estudios de campo	25
Tabla 2.8. Potencialidades Sociales/Culturales/Económicas: Documentales vs Estudios de campo	28
Tabla 2.9. Síntesis de cobertura de servicios básicos y actividades económicas para el área afereente a la Cuenca Ciénaga de Mallorcaín a 2024.	30
Tabla 2.10. Limitantes y Conflictos Caracterización Política/Administrativa (identificados y confirmados).....	32
Tabla 2.11. Limitantes y Conflictos Geología/Geomorfología/Hidrogeología (identificados y confirmados).....	32
Tabla 2.12. Limitantes y Conflictos Clima (identificados y confirmados)	33
Tabla 2.13. Limitantes y Conflictos Hidrología (identificados y confirmados).....	34
Tabla 2.14. Limitantes y Conflictos Coberturas y Uso de la Tierra (identificados y confirmados)	35
Tabla 2.15. Limitantes y Conflictos Uso de los Suelos (identificados y confirmados)	35
Tabla 2.16. Limitantes y Conflictos Fauna, Flora y Ecosistemas (identificados y confirmados)	36
Tabla 2.17. Limitantes y Conflictos Social-Cultural-Económico (identificados y confirmados)	37
Tabla 3.1. Fragmento de la matriz de calificación de conflictos	44



Tabla 3.2. Leyenda conflictos por uso del suelo cuenca Ciénaga de Mallorcaín y arroyos Grande y León.....	46
Tabla 3.3. Distribución de las tierras sin conflicto por municipio.....	50
Tabla 3.4. Distribución de las tierras en conflicto por Subutilización.....	50
Tabla 3.5. Distribución de las tierras en conflicto por Sobreutilización.....	52
Tabla 3.6. Matriz para la evaluación de conflictos por uso del recurso hídrico.....	61
Tabla 3.7. Conflictos por pérdida de coberturas naturales, en área y porcentaje para la Cuenca	67
Tabla 3.8. Conflictos por pérdida de coberturas naturales en Áreas y Ecosistemas Estratégicos	67
Tabla 3.9. Conflicto por uso de la tierra.....	69
Tabla 3.10. Conflicto por uso del agua.....	71
Tabla 3.11. Conflicto por pérdida de la cobertura natural en ecosistemas estratégicos.	73
Tabla 4.1. Indicadores seleccionados para el Índice de Oferta Ecosistémica	81

INTRODUCCIÓN

Para entender la dinámica funcional de una cuenca hidrográfica es necesario analizar los diversos factores fisicobióticos que permiten determinar las condiciones actuales de la cuenca desde la visión técnica hasta la mirada y conocimiento vivencial de sus habitantes, cuya participación decidida en los talleres y rutas de campo fue crucial para comprender el funcionamiento de este territorio atlanticense.

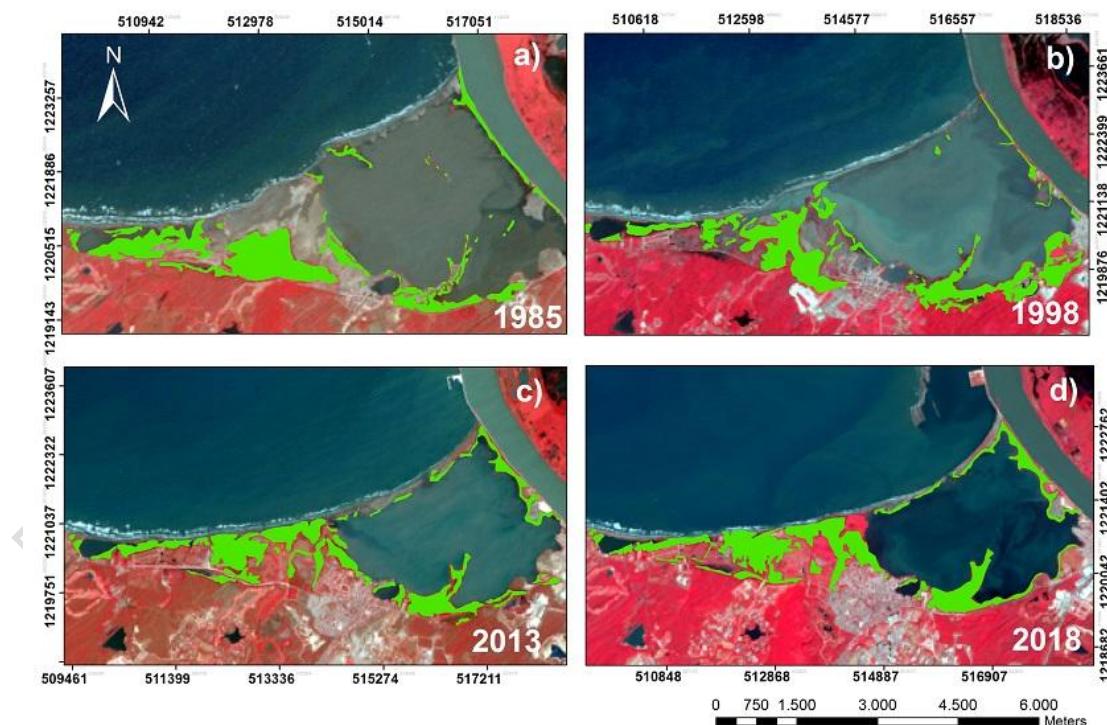
El Análisis Situacional para la Cuenca de la Ciénaga de Mallorca y los Arroyos Grande y León corresponde a la integración de varios factores que han sido revisados desde las limitantes, potencialidades y condicionamientos que determinan el estado de la Cuenca, visualizando la construcción de un ejercicio de ordenación y planificación del territorio participativo y coherente con la situación actual del entorno, que posibilite la solución de los problemas planteados por los actores comunitarios y que fueron plasmados en los espacios de socialización y participación de la comunidad.

A continuación, se presenta el análisis de las limitantes, las potencialidades y los condicionamientos, en cuyo ejercicio confluyen la mirada social/comunitaria y la visión técnica del equipo de trabajo, con el fin de contrastar diversas formas de comprender y analizar el entorno natural, pero sobre todo, la necesidad de una nueva mirada que permita la planificación y el ordenamiento de un escenario natural ecológicamente justo, equitativo, sostenible y adecuado a las condiciones de vida de sus habitantes.

1. REFLEXIONES ANTECEDENTES AL ANÁLISIS SITUACIONAL PARA LA CUENCA

Según el documento *"Importancia de la recuperación de los ecosistemas y cuerpos de agua urbanos: El caso de la Ciénaga de Mallorcaín en Barranquilla"*, elaborado por la Alcaldía de Barranquilla, la degradación ambiental de la Ciénaga de Mallorcaín está asociada principalmente a la urbanización no controlada, que ha promovido el uso del ecosistema como vertedero de residuos sólidos, especialmente desde barrios aledaños como Las Flores y el corregimiento La Playa, así como de afluentes provenientes de la cuenca del Arroyo Grande y León. La acumulación de contaminantes, sumada a procesos de sedimentación derivados de la construcción de los tajamares de Bocas de Ceniza, ha reducido el intercambio de aguas, afectando gravemente el equilibrio ecológico. La erosión y el relleno indiscriminado de áreas ribereñas, junto con la ocupación informal, han modificado el borde de la ciénaga, disminuyendo su espejo de agua. La tala de manglares, clave para la biodiversidad y la protección costera, ha reducido la capacidad del ecosistema para servir como hábitat y zona de reproducción de especies.

Figura 1.1. Estudio sobre la evolución del bosque de manglar en la Ciénaga de Mallorcaín: (a) 1985, (b) 1998, (c) 2013 y (d) 2018.



Fuente: Villate Daza, *et al.*, 2020. Disponible en <https://www.mdpi.com/2073-4441/12/4/1113>

Adicionalmente, la impermeabilización del suelo y la ausencia de un sistema de drenaje pluvial eficiente generan inundaciones súbitas que impactan negativamente la economía y desmejoran condiciones de vida e incluso, reducen tanto la resiliencia ante el clima como aumentan la exposición de elementos a los efectos de cambios hidrometeorológicos. La contaminación química y orgánica de las aguas, así como la baja cobertura arbórea en el espacio público, agravan la pérdida de biodiversidad y la conectividad ecológica. Estos factores, combinados con la deforestación, la disminución de suelos permeables y la invasión de zonas verdes protegidas, contribuyen a un deterioro progresivo de los servicios ecosistémicos de la ciénaga, afectando su función como barrera natural contra la erosión, regulador climático y fuente de recursos para las comunidades locales.

1.1. Análisis Inicial a partir de Información Existente

En el componente ambiental, se evidencia la pérdida de cobertura vegetal y biodiversidad, derivada de la deforestación, expansión urbana no planificada y uso inadecuado del suelo, sumado a la contaminación de fuentes hídricas por vertimientos domésticos, industriales y agrícolas sin tratamiento, afectando la calidad del agua y los ecosistemas asociados. En la dimensión socioeconómica, se detectan altos índices de pobreza y desempleo, que incentivan la ocupación informal en zonas de riesgo, generando presión sobre los recursos naturales y aumentando la vulnerabilidad social. En el ámbito de la gestión territorial, persiste la falta de control sobre el crecimiento urbano y la débil aplicación de la normativa ambiental y de ordenamiento, lo que favorece la invasión de áreas protegidas y la modificación de coberturas críticas como humedales y manglares.

En cuanto a riesgos y amenazas naturales, se destacan inundaciones recurrentes por deficiencias en la infraestructura de drenaje y por el incremento de la impermeabilización del suelo, así como la erosión costera y fluvial que compromete infraestructura, viviendas y medios de vida. Los conflictos socioambientales se relacionan con disputas por el uso del suelo, explotación de recursos sin criterios de sostenibilidad y tensiones entre comunidades, empresas y autoridades sobre el acceso y aprovechamiento de bienes comunes. La gestión institucional presenta falencias en la articulación interinstitucional, en la planificación basada en evidencia y en la asignación de recursos para mitigación y recuperación de ecosistemas.

Adicionalmente, se señala la ausencia de procesos de educación y cultura ambiental sólidos que promuevan la participación comunitaria y la apropiación del territorio, así como la baja capacidad técnica y operativa para la prevención y atención de desastres. Estos factores, combinados, configuran un escenario de degradación ambiental y vulnerabilidad social que exige intervenciones integrales y coordinadas.

El detalle del Análisis Inicial se encuentra en el Sección 5 de los productos de la Fase de Aprestamiento de este proceso de Ajuste del POMCA.

1.2. Aportes de los Actores

Los aportes de los actores permiten identificar problemáticas, priorizar acciones y fortalecer la legitimidad de las decisiones, al integrar saberes técnicos y comunitarios. Estos insumos contribuyen a un diagnóstico más preciso y a la formulación de estrategias adaptadas a las condiciones socioambientales, facilitando la apropiación social de las medidas propuestas. Además, promueven la corresponsabilidad en la gestión del recurso hídrico y aseguran que las soluciones planteadas sean sostenibles y culturalmente pertinentes (Guía de POMCAS, p. 57). Durante los ejercicios de participación, se compiló información de 5 locaciones (Juan Mina, Puerto Colombia, Pital de Mengua, Guaimaral y Cuatro Bocas), cada una con un número diferente de mesas y se organizó la información que se incluye en el Volumen de Actividades Complementarias de la Fase. Para este volumen, se detalla la concordancia entre los estudios realizados, la revisión documental y la captura de información a través de poligrafía social (mapas temáticos).

1.2.1. Juan Mina (Barranquilla)

En Juan Mina, la problemática central es la intervención humana sobre ecosistemas estratégicos terrestres, costeros y humedales continentales, lo que ha generado un deterioro progresivo y pérdida de estos sistemas naturales. La causa inmediata es la expansión acelerada de las áreas urbanas sin la aplicación de medidas ambientales necesarias para proteger las áreas naturales aún existentes, ocasionando cambios drásticos en el uso del suelo, pérdida de coberturas vegetales y presión sobre cuerpos de agua y hábitats sensibles.

Figura 1.2. Noticias sobre deterioro de ecosistemas en Barranquilla



Fuente: Diario El Heraldo (2017), Disponible en: <https://www.elheraldo.co/local/2017/11/09/accion-humana-principal-causa-del-deterioro-de-ecosistemas-en-la-costa/>

Entre las causas de esta expansión se encuentran el desconocimiento del territorio, el crecimiento demográfico derivado de asentamientos informales, la falta de planificación urbana integral, la escasa participación ciudadana y empresarial, la ausencia de políticas públicas ambientales efectivas, prácticas de corrupción, la alta demanda de recursos naturales para consumo y la falta de conocimiento del patrimonio ambiental local.

Esta combinación de factores ha originado efectos ampliamente documentados en estudios realizados en Colombia. La contaminación del recurso hídrico por vertimientos domésticos e industriales, así como por residuos sólidos, compromete la calidad del agua y la biodiversidad acuática, lo que representa un desafío para la salud pública y la gestión ambiental (Guzmán, 2016). El deterioro de la salud humana y ambiental se refleja en la presencia de enfermedades asociadas a la exposición a agua contaminada y en la pérdida de servicios ecosistémicos como la regulación hídrica y la calidad del aire (Castro-Montaño, 2024). La pérdida de biodiversidad, vinculada a la deforestación y fragmentación de hábitats, ha sido registrada en áreas de alta riqueza natural en Colombia, evidenciando impactos severos sobre especies y procesos ecológicos (Calderón-Caro, 2022; Arcila et al., 2012). Estos cambios también implican la vulneración de derechos fundamentales, como el acceso al agua potable y a un ambiente sano, reconocidos por la legislación y jurisprudencia ambiental del país.

1.2.2. Puerto Colombia

En Puerto Colombia se presentan tres problemáticas ambientales interconectadas: la contaminación de playas y cuerpos de agua costeros debido a vertimientos, residuos del río Magdalena y descargas residuales; la degradación de la ciénaga de Balboa, afectada por estancamiento, alteración del intercambio hídrico y cambios fisicoquímicos (García et al., 2022); y la erosión costera acelerada que ha destruido el antiguo cordón arenoso protector, exacerbando el desequilibrio sedimentario y poniendo bajo presión los humedales costeros y a la población (Martínez & Pérez, 2021).

La causa común es la intervención humana no regulada, el manejo inadecuado de residuos sólidos y líquidos, la falta de saneamiento eficiente y la ocupación informal en ecosistemas frágiles. Estas deficiencias se relacionan con causas estructurales como la debilidad institucional en la gestión ambiental, la carencia de planificación urbana sostenible y una normativa costera que no se aplica realmente en la práctica.

Figura 1.3. Noticias sobre contaminación en la Cuenca



Fuente: Caracol Radio (2024), disponible en: <https://caracol.com.co/2024/10/08/mas-de-1000-toneladas-de-basura-han-sido-recogidas-en-el-arroyo-leon-este-ano/>

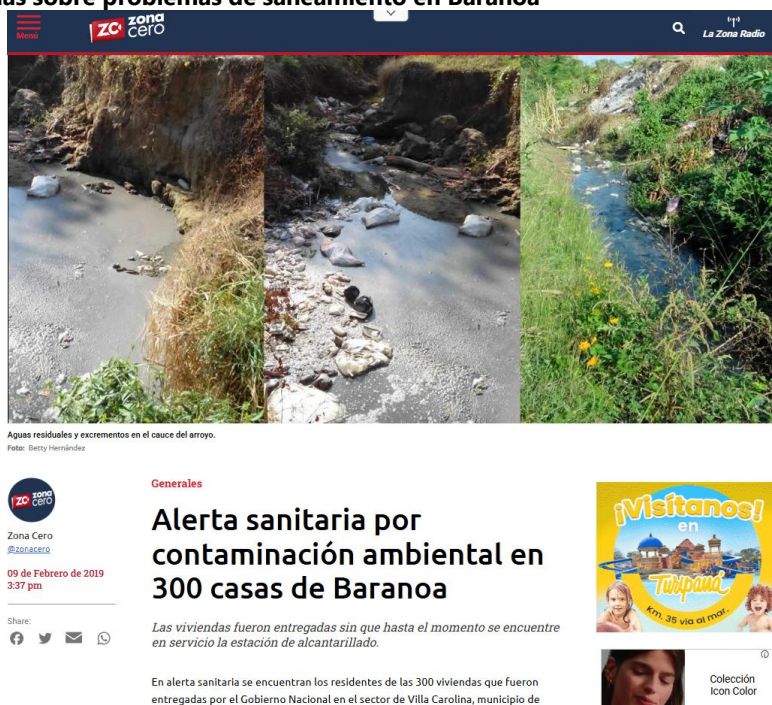
Los efectos están científicamente probados: se cuenta con evidencia de contaminación microbiológica persistente en sedimentos de playas del Atlántico colombiano, incluyendo zonas cercanas a Puerto Colombia, asociada a cargas del río Magdalena (Madera-Parra et al., 2022); otro artículo señala que la calidad del agua en las playas turísticas de Sabanilla y Pradomar está influenciada por vertimientos, con una relación inversa entre calidad del agua y afluencia turística (Pacheco et al., 2022) y los muestreos más recientes de la ciénaga de Balboa registran niveles elevados de coliformes y desequilibrios en oxígeno disuelto, pH y otros parámetros ambientales (García et al., 2022).

1.2.3. Pital de Mengua

En la mesa de Pital de Megua, se identifican tres problemáticas ambientales que amenazan la calidad de vida y el equilibrio ecológico. La primera es la contaminación del recurso hídrico por vertimientos procedentes de porquerizas y galpones avícolas, que descargan residuos líquidos y sólidos sin tratamiento previo. La segunda corresponde a la ausencia de sistemas de alcantarillado y acueducto, lo que obliga a la población a utilizar pozas sépticas y vertimientos directos, generando contaminación difusa. La tercera problemática es la intervención humana en ecosistemas estratégicos mediante actividades extractivas, incluyendo minería ilegal, que altera la dinámica hídrica y degrada coberturas naturales. La causa común a estas situaciones es la descarga de contaminantes al agua, la falta de infraestructura sanitaria adecuada y la explotación no regulada de recursos naturales. Estas

problemáticas se ven potenciadas por la presencia de industrias no reguladas, la pobreza y ausencia de gestión institucional para el saneamiento básico, así como intereses económicos particulares que priorizan el lucro sobre la conservación ambiental, incluyendo la presencia de actores que realizan actividades clasificadas como ilegales. Una causa subyacente que podría agravar los efectos es la velocidad de grupos poblacionales para establecerse en zonas no destinadas para vivienda.

Figura 1.4. Noticias sobre problemas de saneamiento en Baranoa



Fuente: Periódico Zona Cero (2019), disponible en: <https://zonacero.com/generales/alerta-sanitaria-por-contaminacion-ambiental-en-300-casas-de-baranoa>

Los efectos de estas problemáticas han sido ampliamente documentados en la literatura científica: la exposición a aguas contaminadas por desechos pecuarios incrementa significativamente la prevalencia de enfermedades digestivas, dérmicas y respiratorias, debido a la presencia de bacterias patógenas, parásitos y contaminantes químicos (Rodríguez-Miranda et al., 2020). la contaminación del agua potable se ha asociado con un aumento de enfermedades infecciosas emergentes en poblaciones rurales del Cauca, evidenciando la estrecha relación entre calidad del agua y salud comunitaria (Acosta, 2015). La falta de acceso a saneamiento básico en áreas rurales dispersas incrementa los riesgos sanitarios, ya que millones de personas carecen de letrinas o baños adecuados, lo cual contribuye a la diseminación de enfermedades (UNICEF, 2025). Estos efectos no solo comprometen la calidad ambiental, sino que también afectan la seguridad alimentaria, el bienestar de las comunidades y la resiliencia de los ecosistemas locales.

En conjunto, estas tres problemáticas generan un deterioro progresivo de la salud pública, reducen la disponibilidad de agua limpia y fragmentan los ecosistemas locales.

1.2.4. Guaimaral

En Guaimaral se identifican tres problemáticas principales que afectan su integridad ambiental y social. La primera es la acción institucional ambiental débil, que se refleja en una baja capacidad para implementar políticas y programas de conservación. La segunda es la contaminación del recurso hídrico por vertimientos domésticos e industriales, agravada por la falta de infraestructura de saneamiento básico y un manejo inadecuado de aguas residuales. La tercera corresponde a la intervención de ecosistemas estratégicos para el aprovechamiento agrícola, lo que altera su estructura y funcionalidad; La causa común a estas situaciones es la gestión ambiental ineficaz, caracterizada por desinterés hacia las necesidades de la comunidad, insuficiencia de inversión en saneamiento, y uso no planificado de ecosistemas. Estas problemáticas se ven agravadas por la corrupción y la falta de voluntad política de las autoridades locales, la ausencia de liderazgo comunitario para hacer valer derechos ambientales y el uso de ecosistemas con fines de sostenimiento económico sin criterios de sostenibilidad.

Figura 1.5. Noticias sobre abandono institucional en Tubará

Habitantes de Guaimaral, jurisdicción de Tubará, denuncian varias anomalías en la construcción de la vía departamental recientemente entregada

6 de octubre de 2020



Los 6 kilómetros de pavimento construidos en diciembre pasado, en la vía que comunica a los municipios de Galapa y Tubará, específicamente en el centro poblado de Guaimaral, es una gran obra que había sido esperada por todos los residentes de la zona ya que padecían por no tener una vía de acceso en óptimas condiciones, razón por la cual desde el Gobierno departamental se hizo la gestión para poder hacer 'el sueño realidad' y hoy gracias a su consecución, la comunidad vive mejor. Lo lamentable es que a menos de 10 meses de entregada la obra, ya se estén haciendo reparachos, haya placas, andenes y cunetas partidas, deslizamientos y viviendas afectadas.



Fuente: Diario La Libertad (2020), disponible en: <https://diariolalibertad.com/sitio/2020/10/06/habitantes-de-guaimaral-jurisdiccion-de-tubara-denuncian-varias-anomalias-en-la-construccion-de-la-via-departamental-recipientemente-entregada/>

Los efectos de esta situación han sido documentados por investigaciones en contextos rurales y semiurbanos de Colombia. En lo social, la desatención prolongada a las necesidades

comunitarias genera pérdida de confianza institucional y limita la participación ciudadana en la gestión del agua y los recursos naturales (Izquierdo, 2023). En términos de salud, la exposición a agua contaminada con residuos domésticos e industriales se ha relacionado con un aumento de enfermedades dermatológicas, gastrointestinales y otras infecciones, especialmente en zonas sin cobertura de alcantarillado (Guzmán, 2016). En el ámbito ambiental, la transformación de ecosistemas estratégicos para uso agrícola sin prácticas sostenibles contribuye a la pérdida de biodiversidad y deterioro del suelo, afectando servicios esenciales como la regulación hídrica y la fertilidad (Rey, 2015).

1.2.5. Cuatro Bocas

En Cuatro Bocas, la problemática principal identificada es la contaminación del recurso hídrico por vertimientos domésticos e industriales, especialmente derivados de actividades pecuarias y agroindustriales que descargan residuos directamente a las fuentes de agua. La causa inmediata es la descarga de aguas residuales sin tratamiento, incluyendo vertimientos provenientes de porquerizas y otras explotaciones animales que generan altas cargas orgánicas y microbiológicas. La causa radica en la ausencia de sistemas de tratamiento de aguas residuales a nivel local, el manejo inadecuado de los desechos pecuarios y la falta de regulación y control ambiental efectivo sobre las actividades productivas. Esto se ve agravado por la baja inversión en infraestructura de saneamiento y la limitada capacidad institucional para la gestión ambiental.

Figura 1.6. Noticias sobre posible contaminación originada por industrias en Tubará



Fuente: Diario El Heraldo (2017), fuente: <https://www.elheraldo.co/atlantico/2017/06/27/cuatro-bocas-en-pie-de-guerra-contra-fundidora-de-plomo/>

Los efectos de esta situación han sido documentados en investigaciones nacionales: Un estudio reciente realizado en el embalse El Guájaro reporta la aparición de floraciones masivas dominadas por *Microcystis* y *Dolichospermum*, algunas potencialmente tóxicas para animales y humanos, vinculadas a descargas de aguas residuales y actividades agrícolas, lo que provocó mortandad animal (Tapia-Larios & Olivero-Verbel, 2023). Asimismo, la descarga de residuos pecuarios y domésticos en cuerpos de agua incrementa la proliferación de vectores como moscas y mosquitos, elevando el riesgo de enfermedades transmitidas por estos organismos y de infecciones gastrointestinales (Guzmán, 2016); se ha documentado que la exposición a agua contaminada incrementa la incidencia de enfermedades diarreicas agudas (EDAs) y otras afecciones gastrointestinales como hepatitis A, fiebre tifoidea y enfermedades transmitidas por alimentos, reflejando que, pese a la inversión en infraestructura, estas enfermedades persisten (Rodríguez-Miranda et al., 2016). Además, la falta de saneamiento y tratamiento de aguas residuales está directamente vinculada a una mayor presencia de enfermedades vehiculizadas por el agua (EVAs), incluidas diarreas, hepatitis A, cólera y parásitos intestinales, afectando especialmente a niños menores de cinco años (Instituto Nacional de Salud, 2015). La evidencia científica indica que la mitigación requiere acciones integrales, como la instalación de sistemas de tratamiento de aguas residuales, el manejo adecuado de desechos pecuarios, y el fortalecimiento de los mecanismos de monitoreo, verificación y seguimiento ambiental para prevenir la descarga directa de contaminantes en las fuentes hídricas.

1.3. Elementos Base para el Análisis Situacional

En los apartes anteriores, se describen de manera sucinta las problemáticas principales identificadas en las mesas de participación de la cuenca. En Juan Mina se señaló la expansión urbana descontrolada que afecta humedales, manglares y cuerpos de agua, incrementando la contaminación por vertimientos y residuos sólidos. En Puerto Colombia, las discusiones giraron en torno a la contaminación de playas y la ciénaga de Balboa por vertimientos y residuos, así como la erosión costera que amenaza ecosistemas y asentamientos humanos. En Pital de Mengua, se resaltó la contaminación hídrica por residuos de actividades pecuarias y avícolas, la falta de sistemas de saneamiento básico y la intervención de ecosistemas estratégicos mediante minería ilegal y otras prácticas extractivas. En Guaimaral, las preocupaciones se relacionaron con la debilidad institucional, la falta de inversión en saneamiento, la contaminación del agua por vertimientos domésticos e industriales, y la transformación de ecosistemas para uso agrícola sin criterios sostenibles. Y en Cuatro Bocas, la comunidad destacó la contaminación de fuentes hídricas por descargas domésticas, industriales y pecuarias, agravadas por la falta de sistemas de tratamiento de aguas residuales y control ambiental. En conjunto, los actores coincidieron en señalar que estas problemáticas ambientales y sociales están estrechamente vinculadas a la ausencia de planificación, debilidad institucional y presión antrópica creciente sobre los ecosistemas.

2. POTENCIALIDADES Y LIMITANTES DE LA CUENCA

2.1. Potencialidades

2.1.1. Caracterización Político-administrativa

En la sección de análisis situacional de la Guía POMCAS, el componente político-administrativo resalta la importancia de la información institucional para comprender la capacidad de gestión en el territorio. Los datos reportados permiten identificar cómo la estructura administrativa incide en la planeación ambiental y en la articulación de los planes de ordenamiento territorial (p. 148). También son claves para evaluar el grado de coordinación entre entidades locales, regionales y nacionales, aspecto que determina la efectividad de las acciones de manejo de cuenca (p. 149). La información recopilada durante las fases de aprestamiento y diagnóstico muestra la relevancia de contar con información que reflejen el nivel de gobernanza ambiental y las capacidades técnicas e institucionales de las autoridades competentes (p. 150). Estos insumos hacen posible identificar fortalezas y debilidades de las instituciones responsables, así como establecer prioridades en la gestión ambiental de la cuenca (p. 151). De esta forma, el análisis político-administrativo proporciona un marco de referencia que orienta las decisiones estratégicas y la asignación de recursos para la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales (p. 152).

Tabla 2.1. Potencialidades Político-administrativas Documentales vs. Estudios de campo

Aprestamiento
La revisión del componente político-administrativo evidencia el uso de planes de desarrollo y ordenamiento territorial de los municipios de la cuenca y del Departamento del Atlántico. En Baranoa, se identifican el PBOT 2008-2019 (2013) ya desactualizado por superar más de 10 años, y los planes de desarrollo Ciudad de la Esperanza 2020-2023 y El Sentir de la Gente 2024-2027. En Galapa, aparece el PBOT (2013-2023) aún actualizable y el Plan de Desarrollo 2020-2023 ¡Progreso Para Todos! junto con la versión 2024-2027 Tierra de la Esperanza. En Puerto Colombia, el PBOT de 2017 se encuentra con partes actualizables, mientras que el Plan de Desarrollo Unidos por el Progreso 2024-2027 se encuentra en ejecución. Soledad presenta el PBOT expedido en 2001-2009, claramente desactualizado por superar dos décadas, junto con el Plan de Desarrollo Gran Pacto Social 2020-2023 y Soledad Ciudad de Paz y Oportunidades 2024-2027. Tubará cuenta con un EOT de 2000, desactualizado por más de 20 años, aunque fue ajustado en 2010 y 2013, y con el Plan de Desarrollo Seguimos Avanzando 2020-2023. Para Barranquilla, se encuentra el POT 2012-2032 (vigente), junto con los planes de gobierno Barranquilla Imparable (2020-2023) y Barranquilla a Otro Nivel (2020-2023, prorrogado con acuerdo en 2024). En cuanto al nivel departamental, se incluyen el Plan de Desarrollo del Atlántico 2020-2023 y el vigente 2024-2027. En esta etapa, la revisión documental se limitaba a generar la línea base político-administrativa sobre la cual posteriormente se construirían los límites funcionales de la Cuenca y su proceso de

articulación en los documentos de planificación existentes y/o vigentes. En esta etapa, no se localizaron instrumentos de gestión del recurso hídrico para este componente.

Respecto de las potencialidades identificadas, se puede afirmar que los municipios de la cuenca (Baranoa, Galapa, Puerto Colombia, Soledad, Tubará y Barranquilla) cuentan con planes de ordenamiento territorial, aunque algunos con más de 10 años de expedición como los de Soledad (2001), Tubará (2000) y Baranoa (2008), que requieren actualización, y otros más recientes como el POT de Barranquilla (2012-2032) o el PBOT de Puerto Colombia (2017). Estos documentos establecen directrices sobre uso del suelo, conservación de rondas hídricas, áreas de restauración y ecosistemas estratégicos.

A nivel ambiental, aparecen el Plan de Manejo Integral de Manglares (Resolución 0923 de 2018) y el Plan de Manejo Ambiental de la Ciénaga de Mallorca (2021), los cuales definen zonificación, usos permitidos, áreas de protección, restauración y producción sostenible. Esto sustenta la potencialidad de contar con lineamientos normativos que orientan la conservación y permiten articular proyectos de ecoturismo y restauración ambiental como alternativas de desarrollo económico local. En segundo lugar, la presencia de comunidades indígenas y afrodescendientes también está documentada. Los informes señalan la existencia del resguardo indígena Mokaná en Tubará, con normativas diferenciales que se integran en los planes de desarrollo y ordenamiento. Asimismo, en la delimitación político-administrativa se reconoce la presencia de comunidades negras y resguardos indígenas dentro de la cuenca.

Diagnóstico

La Ciénaga de Mallorca, localizada en el extremo noroccidental de Barranquilla, constituye un humedal costero con un área aproximada de 1.850 hectáreas, de las cuales un 65 % corresponde a zonas de agua y espejo lagunar, mientras que el 35 % restante incluye manglares y planicies intermareales. Su localización estratégica conecta la desembocadura del río Magdalena con el mar Caribe. La Cuenca, abarca la jurisdicción de seis municipios: Barranquilla, Soledad, Puerto Colombia, Galapa, Baranoa y Tubará, con una mayor proporción de superficie correspondiente a Barranquilla, que concentra cerca del 45 % del área total de la cuenca. Le siguen Puerto Colombia con aproximadamente 22 %, Tubará con 15 %, Galapa con 10 %, y finalmente Soledad y Baranoa, que en conjunto representan cerca del 8 % del área restante. En su interior se contabilizan alrededor de 25 veredas, de las cuales el 60 % se localizan en zonas rurales de Tubará y Galapa, reflejando la relevancia de estas áreas en la conectividad ecosistémica. Además de la delimitación político-administrativa, dentro de la cuenca se superponen otras figuras de ordenamiento ambiental: el Plan de Manejo Integral de Manglares (Resolución 0923 de 2018), el Plan de Manejo Ambiental de la Ciénaga (2021) y la declaratoria de humedal Ramsar en proceso de evaluación, los cuales refuerzan la importancia estratégica de este ecosistema para la conservación y gestión sostenible.

El POT de Barranquilla 2012-2032 define a la Ciénaga de Mallorca como un ecosistema estratégico sujeto a medidas de conservación, mientras que el Plan de Manejo Ambiental de la Ciénaga (2021) establece zonificación en áreas de protección, restauración y ecoturismo, promoviendo actividades de economía verde vinculadas al turismo de naturaleza.

De igual forma, la documentación evidencia la presencia de comunidades indígenas y afrodescendientes. En varios municipios de la Cuenca se encuentran parcialidades indígenas del pueblo Mokaná, con incidencia sobre decisiones de gobernanza territorial. Asimismo, se reconoce la presencia de comunidades afrodescendientes vinculadas a procesos productivos y culturales en

áreas aledañas. Estas menciones confirman la potencialidad de implementar estrategias de gobernanza con enfoque diferencial, en coherencia con lo establecido en los planes de desarrollo municipales vigentes.

Talleres

- Identificación y caracterización de la oferta institucional (Nacional, Regional y Local).
- Identificación de instancias participativas y organizaciones comunitarias.
- Descripción de los principales instrumentos de ordenamiento ambiental y territorial, y los relacionados con la administración de los recursos naturales renovables.

Para concluir este componente, se evidencia la existencia de planes de ordenamiento territorial (POT) y planes de manejo ambiental que contienen lineamientos para la conservación y uso sostenible de la cuenca, lo que respalda la posibilidad de integrar la Ciénaga de Mallorcaín a proyectos de ecoturismo y restauración ambiental. Vásquez (2019) señala que los determinantes de ordenamiento territorial condicionan la autonomía de los municipios y la capacidad de implementar medidas ambientales sostenibles (p. 146).

Asimismo, se confirma la presencia de comunidades indígenas y afrodescendientes, lo que permite sustentar la potencialidad de aplicar estrategias de gobernanza con enfoque diferencial. Olarte (2023) enfatiza que el ordenamiento territorial en Colombia, como acción político-administrativa, debe ser entendido como un proceso de planificación participativa donde la inclusión de comunidades étnicas fortalece la legitimidad de las decisiones y la gobernanza territorial (p. 118).

De este modo, la importancia del componente político-administrativo radica en que brinda legitimidad a la toma de decisiones ambientales, asegurando coherencia entre las normas y las particularidades culturales y sociales del territorio. En ese sentido, la literatura coincide en que su adecuada incorporación es esencial para el manejo sostenible de ecosistemas estratégicos y la resiliencia de las comunidades locales (Vásquez, 2019, p. 148; Olarte, 2023, p. 121).

2.1.2. Geología/Geomorfología/Hidrogeología

La geología describe la estructura y composición del subsuelo, identificando formaciones rocosas y sedimentos de diferentes edades y orígenes, así como procesos tectónicos y sedimentarios que condicionan la estabilidad del terreno (Guía de POMCAS, p. 85). Este componente permite reconocer amenazas como movimientos en masa, erosión costera y subsidencia, además de ubicar recursos minerales estratégicos y zonas con potencial para el aprovechamiento de aguas subterráneas (Guía de POMCAS, p. 87).

La geomorfología, por su parte, clasifica y caracteriza las formas del relieve, determinando su origen, evolución y relación con factores climáticos, hidrológicos y antrópicos (Guía de POMCAS, p. 92). Esto incluye la identificación de unidades morfodinámicas y áreas de inestabilidad que pueden afectar la planificación territorial y las actividades productivas (Guía de POMCAS, p. 94). La comprensión de la dinámica geomorfológica permite también evaluar los procesos activos que modelan el paisaje y su incidencia en la ocupación del suelo.

Por último, la hidrogeología permite identificar unidades hidrogeológicas, su capacidad de almacenamiento y zonas de recarga y descarga (Guía de POMCAS, p. 105 y p. 107),

fundamentales para el suministro y sostenibilidad de ecosistemas. Evalúa parámetros hidroquímicos y riesgos de contaminación (Guía de POMCAS, p. 109), así como la interacción entre aguas subterráneas y superficiales, advirtiendo sobre impactos de la extracción intensiva y la intrusión salina en áreas costeras (Guía de POMCAS, p. 112). Esta información es esencial para el diseño de estrategias de protección, monitoreo y aprovechamiento sostenible, asegurando el equilibrio hídrico y el comportamiento probable del recurso frente a la variabilidad climática y las presiones antrópicas.

Tabla 2.2. Potencialidades Geología/Geomorfología/Hidrogeología Documentales vs Estudios de campo

Aprestamiento
Desde la Geología/Geomorfología, a nivel documental, La cuenca de la Ciénaga de Mallorca y los Arroyos Grande y León presenta una amenaza sísmica baja, lo que reduce la probabilidad de eventos sísmicos de gran magnitud, sustentado en su estabilidad tectónica y en la ausencia de estructuras geológicas relevantes, salvo algunos fallamientos al occidente. Esta condición se confirma con datos históricos y registros de la Red Sismológica Nacional. La diversidad de ambientes de deposición marinos y fluviales ha concentrado recursos minerales de importancia, principalmente para la explotación de materiales de construcción y rocas de origen químico y bioquímico, de alto valor para la industria cementera. Esta riqueza está asociada a las características geológicas y mineralógicas de formaciones como Perdices, Hibácharo, Tubará y La Popa, así como depósitos fluviolacustres, eólicos, de playa y coluvio-aluviales. Las unidades sedimentarias y los sedimentos poco consolidados y no consolidados presentan un alto potencial para la explotación de agua subterránea, debido a la presencia de formaciones con porosidad y permeabilidad favorables, identificadas en municipios como Baranoa, Galapa, Tubará, Puerto Colombia y Barranquilla. Estas condiciones, derivadas de su contexto geológico, composicional y estructural, constituyen elementos clave para la gestión y aprovechamiento de los recursos naturales en la cuenca. En cuanto a hidrogeología, el área presenta de depósitos sedimentarios recientes y rocas sedimentarias de distintas edades, que conforman acuíferos de variada extensión y productividad. Las formaciones más destacadas por su potencial hidrogeológico son las asociadas a depósitos aluviales, fluviolacustres y de playa, conformados por arenas y gravas con alta porosidad y permeabilidad, lo que favorece la infiltración y almacenamiento de agua subterránea. La dinámica hidrogeológica está influenciada por la interacción entre aguas superficiales y subterráneas, especialmente en zonas cercanas a la Ciénaga de Mallorca y a los cauces de los Arroyos Grande y León, donde se presentan recargas naturales a partir de la infiltración de lluvias y aportes laterales desde formaciones adyacentes. Se identifican zonas con acuíferos libres y confinados de interés, con niveles freáticos someros en las áreas de planicie y mayor profundidad en las zonas de lomerío. Estos acuíferos muestran variaciones en la calidad del agua, condicionadas por la mineralogía de los sedimentos y el tiempo de residencia, siendo más dulces en áreas de recarga y con mayor salinidad hacia sectores próximos a la costa y la ciénaga. La disponibilidad y distribución de los recursos hídricos subterráneos están asociadas a la heterogeneidad de los materiales geológicos, lo que genera sectores de alta y baja productividad, determinando así su potencial de aprovechamiento.
Diagnóstico
Posterior a la caracterización en campo, sustentada con análisis de imágenes satelitales y pruebas en campo con equipos especializados, se confirma la baja amenaza al describirse que su relieve

está conformado por unidades geomorfológicas generadas por procesos fluviales y fluvio-marinos, sin evidencias de actividad tectónica significativa reciente, lo que reduce la probabilidad de eventos sísmicos de gran magnitud. La concentración de recursos minerales en materiales de construcción se respalda en la caracterización de las formaciones geológicas —arenitas, limolitas, lodolitas, calizas y depósitos detríticos— derivadas de sedimentación marina y fluvio-marina del Pleistoceno, Neógeno y Paleógeno, aptas para la industria cementera y obras civiles. Asimismo, se describen unidades con depósitos de arenas, limos y arcillas, así como rocas sedimentarias poco consolidadas, lo que evidencia la existencia de acuíferos potenciales para la explotación de agua subterránea, especialmente en zonas de manto de arenas, terrazas fluviolacustres y depósitos aluviales.

Talleres

Geología

- La mayor parte de la Cuenca está cubierta por arenas con intercalación de arcillas.
- Estos materiales incrementan los problemas de erosión y deslizamientos.
- Las zonas con rocas más duras y estables pertenecen a la formación La Popa (Qpp) al norte de la Cuenca.
- La zona sur se encuentra influenciada por fallas y pliegues, aumentando su inestabilidad

Geomorfología

- Se observa un grado importante de alteración humana de los ambientes geomorfológicos naturales (unidades color café: ambientes antropogénicos)
- Predominan los ambientes naturales de tipo denudacional (relacionados con la erosión por viento y agua) que producen transporte de sedimentos.
- La mayor actividad de procesos de erosión fluvial y remoción en masa se presenta en los municipios de Tubará y Baranoa, al sur de la Cuenca.

Hidrogeología

- Casi todas las unidades presentan potencial hidrogeológico, excepto la formación Tubará por su baja productividad.
- Los acuíferos en la Cuenca son recargados principalmente por las corrientes superficiales, y, en menor medida, la lluvia directa.
- La mayoría de los acuíferos son multicapa, con la parte superior funcionando como acuífero libre, y más abajo, separados por arcillas, acuíferos semiconfinados o confinados.
- Inventario de puntos de agua: 50 aljibes y 6 pozos profundos

Los elementos descritos confirman que, desde el punto de vista geomorfológico y edafológico, la cuenca presenta condiciones favorables para el aprovechamiento controlado de recursos minerales y hídricos, además de una menor exposición a amenazas sísmicas, lo que representa ventajas estratégicas para la planificación territorial y el desarrollo sostenible de la región.

2.1.3. Clima/Hidrografía

La información de clima caracteriza los patrones de precipitación, temperatura, humedad y vientos, identificando su variabilidad estacional e interanual, así como la influencia de fenómenos como El Niño y La Niña (Guía de POMCAS, p. 78). Este análisis permite prever periodos secos y húmedos, optimizar la planificación del uso del recurso hídrico y diseñar medidas de adaptación frente a la variabilidad y el cambio climático. Además, los registros

pluviométricos y termométricos aportan datos para modelar escenarios futuros y sugerir riesgos asociados a eventos extremos (Guía de POMCAS, p. 80).

En cuanto a la hidrografía, se describe la red de drenaje, los principales cauces, subcuencas y sus interconexiones, así como el régimen de caudales y sus variaciones estacionales (Guía de POMCAS, p. 64). Se identifican áreas de alta importancia para abastecimiento, recarga de acuíferos y conservación de ecosistemas acuáticos, así como zonas con riesgo de inundación o alteraciones por intervención antrópica (Guía de POMCAS, p. 66). La caracterización hidrológica considera tanto fuentes superficiales como sus relaciones con el agua subterránea, según las definiciones técnicas acordadas durante el desarrollo de los estudios pertinentes, condiciones propias del comportamiento del ciclo hidrológico, recomendaciones de expertos y de la comunidad y proyección de uso.

Tabla 2.3. Potencialidades Clima e Hidrografía Documentales vs Estudios de campo

Aprestamiento
Partiendo de los documentos que sustentan el componente de hidrología e hidrografía en fase de aprestamiento, se afirmaba que el Índice de Uso de Agua reportado en literatura, la presión de la demanda sobre la oferta hídrica estimada para las subcuencas Cisné, Arroyo León/Arroyo Hondo, Arroyo Granada/San Luis, Baja/Plano Costero y Perdida Cantera se clasifica como baja (IUA entre 0,1–0,19; baja presión y caudales entre 0,4–2,8 m³/s), lo que indica un margen favorable para la gestión y planificación del recurso. El análisis hidrológico señala que la comprensión de la variabilidad temporal de las lluvias y la escorrentía superficial es fundamental para diseñar estrategias de manejo adaptadas a los ciclos naturales, permitiendo optimizar el uso del recurso en épocas de abundancia y escasez (700–1.300 mm/año). Asimismo, se evidencia que la identificación de patrones estacionales, influenciados por fenómenos climáticos como El Niño y La Niña, permite anticipar escenarios de disponibilidad hídrica, facilitando la recolección de agua en periodos lluviosos y el desarrollo de infraestructuras adecuadas para su almacenamiento (Anomalías de $\pm 30\%$ en precipitación y caudal). De igual forma, la gestión de la demanda en los periodos secos integra medidas que permitan garantizar un uso sostenible y eficiente, reduciendo el impacto de la escasez sobre la población y los ecosistemas ($\pm 15\text{--}25\%$ de variación del consumo según disponibilidad).
Diagnostico
De acuerdo con los resultados de la caracterización hidrológica, se pudo identificar que, de acuerdo con el Índice por Uso del Agua, la presión de la demanda sobre la oferta hídrica estimada para la Cuenca es alta, aun cuando la demanda de los principales centros urbanos y las actividades institucionales, comerciales, industriales y de servicios es abastecida, principalmente, del río Magdalena. Esta condición permite abordar la gestión hídrica desde una perspectiva preventiva, considerando que la demanda actual supera ampliamente la oferta disponible, implicando la vulnerabilidad de las actividades humanas frente a escenarios de escasez. Los registros pluviométricos y de caudal muestran un patrón estacional con dos periodos húmedos y dos secos durante el año, influenciados por la dinámica de la Zona de Confluencia Intertropical y modulados por eventos de variabilidad climática como El Niño y La Niña. Este comportamiento cíclico permite anticipar cambios en la disponibilidad hídrica y planificar su uso de forma acorde a las condiciones climáticas <u>típicas</u>.

El análisis hidrológico destaca que, durante los periodos de lluvia, los caudales aumentan significativamente, generando oportunidades para la captación y almacenamiento de agua en infraestructuras diseñadas para tal fin ($> 3,0 \text{ m}^3/\text{s}$; topografía favorable en áreas con pendientes $< 5\%$; alta aptitud de almacenamiento). La existencia de zonas con topografía y características hidrológicas favorables para el almacenamiento superficial y subterráneo refuerza la estrategia de implementar esquemas de cosecha de agua, especialmente para las áreas rurales que no están conectadas a los sistemas de alcantarillado regional.

Por último, la gestión de la demanda en periodos secos puede optimizarse mediante un monitoreo continuo de la disponibilidad y uso del recurso, integrando datos climáticos y de caudales. En este sentido, la combinación de baja presión sobre la oferta hídrica, ciclos climáticos predecibles y oportunidades de almacenamiento, posiciona a la cuenca y sus subcuencas como sistemas con una alta capacidad de adaptación y manejo sostenible del agua, siempre que se mantenga un seguimiento técnico adecuado y una planificación integrada basada en información hidrológica y climática de largo plazo (Registros pluviométricos anuales: $800\text{--}1.200 \text{ mm/año}$; caudales medios: $0,5\text{--}2,0 \text{ m}^3/\text{s}$; variación del caudal $\pm 20\%$ respecto a la media estacional).

Talleres

Clima

- La precipitación media anual es muy similar en casi toda la Cuenca, cercana a los 1000 mm de lluvia al año.
- Las zonas con menor precipitación están cerca al casco urbano de Puerto Colombia.
- Por su relieve plano, la temperatura en casi toda la cuenca es cercana a 27°C .
- La zona más fría se encuentra en Pital de Megua, con cerca de 23°C .
- La Cuenca presenta déficit de agua (es árida); es decir, la lluvia no es suficiente para generar una vegetación abundante que se adapte a la temperatura local.

Hidrografía

- Se ajustaron las subcuencas en la zona costera, teniendo en cuenta los cambios introducidos a la desembocadura del Arroyo León.
- No se identificaron dentro del área, microcuencas abastecedoras de acueductos municipales.

En Colombia, una presión alta sobre el recurso hídrico —reflejada en valores del Índice de Uso del Agua (IUA) superiores al 25% , según las categorías del IDEAM—, indica que la demanda consume una fracción importante del recurso hídrico disponible. Por otro lado, la variabilidad climática bimodal, con precipitación anual entre 700 y 1300 mm , está fuertemente influenciada por la Zona de Convergencia Intertropical y fenómenos como El Niño y La Niña, los cuales generan fluctuaciones de hasta $\pm 30\%$ en los precipitación y caudales. Esta oscilación estacional permite diseñar estrategias adaptativas de cosecha y almacenamiento de agua durante las temporadas húmedas en área rurales, y regular el uso en épocas secas, optimizando así la disponibilidad hídrica; estos patrones permiten anticipar escenarios y diseñar estrategias de manejo adaptadas a los ciclos naturales, priorizando la captación y almacenamiento en épocas lluviosas, y ajustando el consumo en periodos secos (Martínez et al., 2020). En zonas con pendientes menores al 5% y condiciones hidrológicas favorables, la infraestructura de cosecha de agua podría aportar para garantizar un

abastecimiento sostenible. Por las razones expuestas, existe concordancia entre la revisión documental y los resultados de los estudios realizados en la cuenca.

2.1.4. Hidrología

La información hidrológica (Guía de POMCAS, pág. 78) es necesaria para comprender la dinámica hídrica de la cuenca, ya que proporciona insumos técnicos sobre oferta y comportamiento temporal del recurso. Estos datos permiten identificar periodos de estiaje y crecidas, estimar caudales ecológicos y evaluar la sostenibilidad del suministro de agua en relación con la variabilidad climática. Además, facilitan el diagnóstico de presiones antrópicas sobre el sistema hídrico y la planificación de medidas de manejo, considerando tanto la disponibilidad como las necesidades ambientales. El análisis hidrológico, al integrar series históricas, modelaciones y proyecciones, fortalece la toma de decisiones para garantizar un balance entre uso y conservación.

Tabla 2.4. Potencialidades Hidrología: Documentales vs Estudios de campo

Aprestamiento
Según el documento, el índice de uso de agua (IUA) para las subcuencas Cisne, Arroyo León / Arroyo Hondo, Arroyo Granada / San Luis, Baja / Plano Costero y Perdida Cantera refleja niveles de presión bajos en comparación con la oferta hídrica disponible, lo que constituye un escenario favorable para la gestión integral del recurso. Esta baja presión se evidencia en valores del IUA que, según la escala adoptada, permanecen en rangos inferiores al 0,1, indicando sostenibilidad en la disponibilidad frente a la demanda actual. Además, la identificación de la variabilidad temporal de las lluvias y la escorrentía superficial permite ajustar estrategias de manejo hídrico a los patrones climáticos estacionales, optimizando la asignación del recurso. En el caso del IRH y el IVH, no se rastreó información ni reciente ni actualizada, por tanto, no se reporta nada relacionado a estos dos indicadores en la revisión documental inicial.
Diagnóstico
El análisis de potencialidades hídricas indica que, El IRH final muestra capacidad "baja" en la cuenca (0.516) y en Arroyo Granada (0.505), Arroyo Grande (0.519), Arroyo León (0.522) y Ciénaga Mallorca (0.515), y "muy baja" en Plano Costero (0.499), Perdida Cantera (0.474) y Cisne (0.487). Su escala de interpretación es: muy alta >0.85; alta 0.75–0.85; moderada 0.65–0.75; baja 0.50–0.65; muy baja <0.50. En condición "normal" (media), el IUA es "muy alta" en Perdida Cantera (50.85) y Arroyo Grande (120.19), "alto" en Arroyo León (40.66) y en la cuenca (41.33), "bajo" en Arroyo Granada (4.46) y Ciénaga Mallorca (6.68), y "muy bajo" en Plano Costero y Cisne (0.00). En periodo seco, el IUA es "muy alta" en la cuenca (172.98), Perdida Cantera, Arroyo Grande y Arroyo León; "alto" en Arroyo Granada y Ciénaga Mallorca; y "muy bajo" en Plano Costero y Cisne. El IVH, derivado de cruzar IUA e IRH, clasifica de baja a crítico; los riesgos máximos aparecen con IUA "muy alta" e IRH "muy baja". Resultados en periodo normal (media): "muy alta" en Perdida Cantera; "alta" en Arroyo Grande y Arroyo León; "media" en Plano Costero, Cisne, Arroyo Granada y Ciénaga Mallorca; el valor global la cuenca es "alta". En seco, IVH "muy alta" en Perdida Cantera; "alta" en Arroyo Grande, Arroyo León, Arroyo Granada, Ciénaga Mallorca y en la cuenca; "media"

en Plano Costero y Cisne. Además, las páginas se corroboran en el listado de tablas (pp. 85, 87–90, 93–94).

Talleres

- Se generan en promedio 43,13 millones de metros cúbicos anuales de agua en la Cuenca, equivalentes a 1367,6 L/s.
- El rendimiento promedio es bajo, con un promedio de 4,63 litros por segundo-kilómetro cuadrado.
- La menor producción de agua se ubica cerca de la costa, mientras que el sistema Arroyo Hondo – Arroyo León es el de mayor rendimiento (5,15 L/s/Km²)
- Se generan en promedio 43,13 millones de metros cúbicos anuales de agua en la Cuenca, equivalentes a 1367,6 L/s.
- El rendimiento promedio es bajo, con un promedio de 4,63 litros por segundo-kilómetro cuadrado.
- La menor producción de agua se ubica cerca de la costa, mientras que el sistema Arroyo Hondo – Arroyo León es el de mayor rendimiento (5,15 L/s/Km²).
- Debido al alto consumo, la subcuenca del Arroyo Grande presenta una vulnerabilidad muy alta al desabastecimiento hídrico, lo que explica, en parte, el aumento en el número de captaciones de agua subterránea, especialmente en Pital.

La evidencia para cuencas y ciudades colombianas respalda acciones de restauración ecológica y manejo urbano que mejoran regulación hídrica y calidad del agua en escenarios con IVH/IUA/IRH desfavorables. En riberas andinas, la restauración de corredores ribereños ha demostrado aumentos en cobertura arbórea, diversidad y mejoras de calidad (reducciones de DBO₅ y sólidos), sustento clave cuando el IVH es bajo y el IRH refleja presiones por alteración de cauces (Giraldo et al., 2020, p. 657). En medios urbanos colombianos, la literatura técnica nacional sobre Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) muestra que estos dispositivos reducen picos de escorrentía, alivian reboses, favorecen infiltración/recarga y contribuyen a conservar humedales, soporte útil cuando el IUA es alto por demandas concentradas y el IRH evidencia estrés por avenidas urbanas (Páez-Arenas & Muñoz-Ruiz, 2023, pp. 3–4). Para el área de estudio, el manglar de la Ciénaga de Mallorcaín fue clasificado en estado “sucio” (Clase IV) y con presencia de ítems peligrosos (Clase III), lo que documenta presiones de residuos sólidos y refuerza la pertinencia de medidas de control en fuentes y limpieza, especialmente donde los indicadores se reportan como “malos” (Vélez-Mendoza et al., 2023, p. 23).

Basado en los resultados de los estudios en campo, junto con las estimaciones de oferta y demanda, se puede afirmar que la cuenca podría:

Lugar	Resultado (IRH)	Recomendaciones clave
Cuenca	Baja (0.516)	Reforestación de rondas y nacimientos; restaurar humedales y planicies de inundación; zanjas de infiltración/microretenciones; control de erosión y rellenos; SUDS en zonas urbanas.
Plano Costero	Muy baja (0.499)	Restauración ecológica prioritaria (humedales/canales naturales); ampliar buffers ribereños; limitar canalizaciones y drenajes; evaluar recarga inducida; SUDS a gran escala.



Perdida Cantera	Muy baja (0.474)	Igual que "muy baja": restauración de humedales, conexión lateral río-ciénaga, revegetación intensa; control de extracción de materiales; obras de retención difusas.
Cisne	Muy baja (0.487)	Restaurar coberturas y suelos; frenar drenajes; SUDS; manejo de sedimentos; proteger nacimientos.
Arroyo Granada	Baja (0.505)	Ampliar coberturas vegetales; micro-retenciones y zanjas de infiltración; manejo de laderas; mantener caudales ambientales y rondas.
Arroyo Grande	Baja (0.519)	Reforestación de corredores; reconectar inundables; control de erosión; SUDS urbanos.
Arroyo León	Baja (0.522)	Medidas de retención natural (bosques riparios, humedales); gestión de suelos; SUDS.
Global Ciénaga Mallorca	Baja (0.515)	Restauración de ciénaga y bordes; control de rellenos; infraestructura verde; monitoreo de niveles.

Lugar	Resultado (IUA)	Recomendaciones clave
Cuenca	Alto (41.33)	Reducir demanda pico; control de pérdidas y micromedición; tarifas por bloques; priorizar usos esenciales; promover reúso.
Plano Costero	Muy bajo (0.00)	Mantener monitoreo; proteger oferta y rondas; prevenir expansión desordenada de usuarios y conexiones no autorizadas.
Perdida Cantera	Muy alta (50.85)	Congelar nuevas concesiones; plan de ahorro obligatorio; auditoría de consumos; fuentes alternas/interconexiones; contingencias.
Cisne	Muy bajo (0.00)	Monitoreo y ordenamiento preventivo; campañas de formalización de usuarios; educación en uso eficiente.
Arroyo Granada	Bajo (4.46)	Acuerdos voluntarios de ahorro/rationamiento
Arroyo Grande	Muy alta (120.19)	Medidas de choque de demanda (rationamiento programado si aplica); reducción de pérdidas; reúso/recirculación; reducir nuevas concesiones.
Arroyo León	Alto (40.66)	Eficiencia hídrica sectorial; control de pérdidas; escalonar tarifas
Global Ciénaga Mallorca	Bajo (6.68)	Mantener control y monitoreo; campañas de ahorro; monitoreo de crecimiento poblacional.

Lugar	Resultado (IVH)	Recomendaciones clave
Cuenca	Alta	Plan de contingencia para periodo seco; priorización de usos; fuentes alternas; intensificar ahorro.
Plano Costero	Media	Mantener acciones y vigilancia; mejorar retención natural.
Perdida Cantera	Muy alta	Activar medidas de emergencia: reservas, pozos/carrotanques, restricción de consumos no esenciales.
Cisne	Media	Continuidad de medidas y monitoreo; protección de zonas de recarga.
Arroyo Granada	Alta	Ajustes de concesiones en periodo seco.
Arroyo Grande	Alta	Gestión de la demanda ; interconexiones; restauración prioritaria.
Arroyo León	Alta	Gestión de la demanda + fuentes alternas + restauración ribereña.
Ciénaga Mallorca	Alta	Priorización de usos; monitoreo continuo tanto en oferta como en calidad; planes de abastecimiento alterno.

2.1.5. Coberturas y Uso de la Tierra

La información sobre coberturas y uso actual de la tierra es esencial para entender los procesos de transformación y presión sobre los ecosistemas. Estos datos permiten identificar las tendencias de cambio de cobertura, las dinámicas de deforestación y las expansiones urbanas, lo que es clave para planificar acciones de conservación y manejo del territorio (Guía de POMCAS, Pág. 143). Además, la caracterización de coberturas facilita evaluar la pérdida de hábitats y la fragmentación ecológica, aspectos que repercuten en la biodiversidad y en la provisión de servicios ecosistémicos (Guía de POMCAS, Pág. 144). Igualmente, el uso actual de la tierra refleja la intensidad de actividades agrícolas, pecuarias e industriales, aportando insumos para determinar la compatibilidad entre el desarrollo productivo y la capacidad de soporte de la cuenca (Guía de POMCAS, Pág. 145).

Tabla 2.5. Potencialidades Coberturas y uso de la Tierra: Documentales vs Estudios de campo

Aprestamiento
Los apartados del documento destacan que la información disponible cumple con los criterios metodológicos exigidos por CORINE Land Cover (CLC), en particular: ▪ Área mínima de mapeo: el documento especifica que la cartografía utilizada se ajusta a la unidad mínima establecida por la metodología CLC (25 ha para clases poligonales y 100 m para franjas lineales), lo que asegura un nivel de detalle adecuado. ▪ Delimitación y delineación correcta de las clases: se evidencia un proceso de digitalización y verificación en campo, lo que permitió reducir ambigüedades en la separación de coberturas y mantener coherencia espacial entre polígonos. ▪ Completitud de los atributos: las capas cuentan con campos obligatorios de identificación, clasificación y correspondencia con el sistema jerárquico CLC hasta el nivel 3, lo cual garantiza trazabilidad y calidad de los metadatos. ▪ Conformidad semántica y temática: el análisis resalta que las definiciones conceptuales de cada clase fueron contrastadas con la nomenclatura oficial de CLC, evitando duplicidades y asegurando la comparabilidad con estudios nacionales y regionales. Como resultado se obtuvo inicialmente que: los territorios agrícolas ocupan casi la mitad de la superficie; las áreas naturales y seminaturales el 24,6 % y los territorios artificializados el 22 %. Las cinco clases más extensas son: mosaico de pastos con espacios naturales (2.4.4) con 5.023,62 ha (16,96 %); pastos limpios (2.3.1) 4.190,07 ha (14,15 %); mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales (2.4.3) 2.881,37 ha (9,73 %); tejido urbano continuo (1.1.1) 2.833,49 ha (9,57 %); y arbustal denso (3.2.2.1) 1.977,42 ha (6,68 %). En conjunto, las coberturas de pastos y mosaicos agropecuarios superan el 36 %, evidenciando presión antrópica y tierras subutilizadas; además, el grupo 3 (naturales y seminaturales) presenta la mayor diversidad (15 clases) pese a no ser el de mayor extensión, lo que sugiere fragmentación que debe verificarse en campo. Complementariamente, el IDEAM (2021) reporta que 46,5 % del territorio cae en tierras muy secas y 39,1 % en tierras secas, con > 85 % de susceptibilidad alta y muy alta a la desertificación, reforzando la prioridad de restauración y ordenamiento del uso del suelo.
Diagnóstico
La metodología empleada para la obtención de los resultados de la clasificación de coberturas en la cuenca de la Ciénaga de Mallorcaín se basó en la aplicación del estándar CORINE Land Cover, adaptado a las condiciones nacionales. Se realizó la interpretación visual de imágenes satelitales multiespectrales recientes, complementadas con fotografías aéreas y cartografía base suministrada por el IGAC y el IDEAM, lo que permitió identificar con precisión los patrones espaciales de uso y cobertura del suelo. Para asegurar la consistencia temática, se siguió la nomenclatura jerárquica de tres niveles de CORINE, ajustada a las categorías nacionales definidas por el IDEAM. En este proceso, se diferenciaron coberturas como áreas agrícolas, pastos, bosques, cuerpos de agua, humedales y zonas urbanas, utilizando criterios de textura, color, forma y contexto geográfico. La delimitación se realizó mediante Software de Geoprocesamiento, lo que permitió trazar polígonos vectoriales asociados a cada clase. Estos polígonos fueron validados con información de campo y registros secundarios, garantizando la conformidad semántica y la completitud de los atributos asociados a cada capa. El proceso incluyó controles de calidad internos, revisando la congruencia topológica y eliminando posibles errores de digitalización. Finalmente, se calcularon las superficies de cada clase mediante geoprocesamiento, obteniendo los porcentajes relativos frente al total de la cuenca, lo que permitió interpretar la distribución espacial y cuantitativa de las coberturas.

La clasificación de coberturas identificó que predominan los pastos limpios y rastrojos con un 42,3 % (12.267 ha), seguidos de los bosques naturales y manglares con un 28,5 % (8.271 ha), ambos elementos claves para la regulación hídrica y la conservación de la biodiversidad. Las zonas agrícolas transitorias representan un 15,2 % (4.408 ha), mientras que los cuerpos de agua y humedales alcanzan un 7,6 % (2.205 ha), siendo este último porcentaje determinante en la configuración ecológica de la ciénaga. El área urbana consolidada y de expansión se concentra en el municipio de Barranquilla, que ocupa alrededor del 6,4 % (1.849 ha), lo cual evidencia la presión antrópica sobre este ecosistema. Los lugares destacados dentro del análisis fueron La Playa, Las Flores y Puerto Mocho, identificados como zonas de transición entre usos urbanos y ecosistémicos, y por su influencia directa en la dinámica de la ciénaga.

El análisis multitemporal evidencia que entre 1990 y 2015 la Ciénaga de Mallorca ha experimentado una reducción del 18 % en las áreas de manglar, lo que equivale a cerca de 1.520 hectáreas perdidas. Paralelamente, se registra un aumento del 12 % en áreas urbanas, principalmente en sectores como La Playa y Las Flores, que han sido señalados como zonas críticas por la expansión no planificada. La superficie destinada a pastos y rastrojos creció en aproximadamente 2.100 hectáreas, lo cual refleja procesos de deforestación y presión agropecuaria en la zona sur de la cuenca.

En cuanto a indicadores calculados, el índice de fragmentación de coberturas boscosas aumentó en un 23 %, confirmando la pérdida de continuidad ecológica entre los parches de manglar y bosque seco tropical. El índice de presión antrópica se elevó de 0,42 en 1990 a 0,63 en 2015, ubicando a la cuenca en un nivel de presión media-alta. Asimismo, el índice de conectividad hídrica disminuyó en un 15 %, lo que afecta directamente la capacidad de regulación de caudales y la calidad de hábitats acuáticos.

Talleres

- Clasificación total del área de la Cuenca de acuerdo con los parámetros de Corine Land Cover.
- Tasa de cambio de la cobertura identificada con sus respectivas presiones.
- Indicador de vegetación Remanente para la Cuenca estimado para el año 2024.
- Índice de Fragmentación asociado a ecosistemas para el año 2024.
- Índice del Estado actual de las coberturas naturales para para el año 2024.

La comparación entre los resultados de la clasificación de coberturas en la Ciénaga de Mallorca y el estudio de Chacón-Abarca et al. (2020, Pag 17 y 19) muestra una clara convergencia en la importancia de los ecosistemas boscosos y acuáticos. Mientras la clasificación documenta que los bosques fragmentados y vegetación secundaria ocupan el 26 % de la cuenca, el estudio citado resalta la función crítica de los manglares en la conectividad ecosistémica y la provisión de servicios ambientales. Ambos análisis coinciden en señalar la presión antrópica: el diagnóstico de Mallorca identifica un 9 % de área urbanizada y Chacón-Abarca et al. advierten sobre la expansión urbana costera como una amenaza para los manglares. Asimismo, las coberturas de humedales y cuerpos de agua complementan lo encontrado por los autores, quienes destacan su papel en la regulación hídrica, confirmando la relevancia ecológica y estratégica de estos ambientes.

2.1.6. Capacidad de Uso de los Suelos

La información reportada **permite identificar los niveles de aptitud del suelo**, lo cual facilita diferenciar áreas que deben destinarse a conservación, producción agrícola o protección estricta (Guía de POMCAS, Pág. 147). Estos datos resultan fundamentales para prevenir procesos de sobreutilización o subutilización de la tierra, que suelen desencadenar fenómenos de erosión, pérdida de fertilidad y deterioro ecosistémico (Guía de POMCAS, Pág. 148). Además, el análisis de la capacidad de uso respalda la priorización de medidas de ordenamiento, ya que permite ajustar la vocación del suelo a su uso real y proyectado, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental y a la reducción de riesgos asociados a la degradación (Guía de POMCAS, Pág. 149).

Tabla 2.6. Potencialidades Capacidad de uso del Suelo: Documentales vs Estudios de campo

Aprestamiento
La revisión documental confirma que las potencialidades relacionadas con el recurso suelo en la cuenca están plenamente sustentadas. En primer lugar, la fertilidad de los suelos en las áreas planas se explica por el constante aporte de sedimentos provenientes de las crecientes de las quebradas, lo cual enriquece las terrazas aluviales y planicies, garantizando un alto contenido de nutrientes y una notable capacidad productiva. Esta condición natural ha permitido consolidar cultivos de ciclo corto y permanentes, convirtiéndose en una base histórica para la vocación agropecuaria del territorio. En segundo lugar, el componente edafológico presenta una amplia diversidad como consecuencia directa de la heterogeneidad geológica, geomorfológica y ecológica de la cuenca, lo que da origen a distintos ambientes edafogenéticos con suelos de desarrollo variable que incluyen Inceptisoles, Vertisoles y Entisoles distribuidos en laderas, piedemontes y zonas bajas. Esta variedad amplía las posibilidades de uso y adaptación a diferentes sistemas productivos. Finalmente, la diversidad edáfica se traduce en un soporte fundamental para la economía regional, ya que en las áreas de mayor fertilidad se concentran actividades agrícolas intensivas, mientras que en suelos con limitaciones relativas se ha potenciado la ganadería extensiva y los procesos de forestación, asegurando un aprovechamiento integral del recurso suelo. La caracterización de la capacidad de uso de las tierras permitió identificar que una parte significativa del territorio presenta aptitudes para usos agropecuarios, pero con restricciones ligadas a pendientes pronunciadas, baja fertilidad natural y riesgos de erosión. Se evidenció que los suelos de clase II y III, con limitaciones moderadas, concentran el mayor potencial para cultivos permanentes y transitorios, siempre que se implementen prácticas de manejo sostenible orientadas a la conservación de la cobertura vegetal y a la reducción de la compactación. En contraste, los suelos de clases VI y VII se encuentran en áreas con pendientes fuertes y condiciones edáficas frágiles, por lo que su uso más adecuado corresponde a actividades forestales protectoras y de conservación. Estos suelos no son recomendables para agricultura intensiva debido al alto riesgo de degradación y pérdida de productividad.
Diagnóstico
la gran fertilidad de los suelos en las partes planas se evidencia en las terrazas aluviales de municipios como Barranquilla y Puerto Colombia, donde el constante aporte de sedimentos de las quebradas La Playa, El Salao y La Aguada renueva la capa arable y genera texturas franco-arcillosas con altos niveles de materia orgánica. Estas condiciones han favorecido cultivos de ciclo corto en veredas como La Playa y Salgar, representando cerca del 21 % de la cuenca (≈ 6.220 ha de las 29.620 ha), clasificadas en las categorías de capacidad de uso II y III.

En segundo lugar, el componente edafológico presenta una notable diversidad. En las zonas de ladera de municipios como Tubará y Galapa, especialmente en veredas como Juaruco, Paluato y Pital de Megua, predominan suelos jóvenes (Inceptisoles y Entisoles) con pendientes medias a altas y limitaciones por erosión. Estos abarcan aproximadamente el 42 % de la superficie de la cuenca (≈ 12.400 ha), lo que restringe la agricultura intensiva, pero fortalece prácticas ganaderas y forestales. A su vez, en las zonas bajas de Puerto Colombia y el corredor costero hacia Salgar, se concentran Vertisoles y Mollisoles de alta fertilidad, aptos para frutales y cultivos permanentes.

Finalmente, esta diversidad edafogenética genera un mosaico productivo que dinamiza la economía de la cuenca: mientras las áreas fértiles sostienen cultivos en las planicies de Barranquilla y Puerto Colombia, las áreas con limitaciones han impulsado la ganadería extensiva en Tubará y Galapa y la forestación en zonas de recarga hídrica. En conjunto, la evidencia documental confirma que la fertilidad de los suelos planos y la diversidad edafológica vinculada a la geología y geomorfología de los municipios y veredas de la cuenca son potencialidades que fortalecen la base agropecuaria y productiva regional.

Talleres

- El 25% de la cuenca tiene una buena aptitud para la agricultura y la ganadería semiintensiva. (Suelos Clase 3)
- Otro 29% de la Cuenca es apto para sistemas de cultivos y pastoreo (Suelos Clase 4)
- El 7% del área corresponde a suelos que deben ser destinados, exclusivamente, a la conservación de la naturaleza y la protección de las cuencas hidrográficas. (Suelos Clase 8).

En términos de balance, 21 % de la cuenca corresponde a suelos fértiles, 42 % a suelos con limitaciones edáficas, y el 37 % restante a suelos de usos mixtos, mostrando una heterogeneidad edafogenética que favorece un mosaico productivo. Cuantitativamente, se destacan más de 29.000 hectáreas con diferentes grados de aptitud; y cualitativamente, esta diversidad promueve la coexistencia de agricultura intensiva en suelos fértiles y prácticas extensivas en áreas con mayores limitaciones, dinamizando la economía local. La literatura colombiana respalda estas potencialidades: Jaramillo *et al.* (2020) mostraron que los cambios de uso del suelo modifican significativamente la materia orgánica y la productividad agrícola en cuencas del piedemonte del Meta (p. 45); Asimismo, investigaciones en la cuenca del río Las Ceibas (Huila) confirman que la variabilidad espacial de propiedades edáficas, como densidad aparente y pH, orienta la planificación agropecuaria y forestal (Borrero, Ruge & Velasco, 2019, p. 33).

2.1.7. Fauna, Flora y Ecosistemas

En la sección “Análisis situacional” del documento Guía POMCAS (págs. 142-143), se resalta que la información reportada para el componente de flora, fauna y ecosistemas permite comprender la dinámica ecológica y socioambiental de la cuenca. **En flora**, destaca la utilidad de los datos de coberturas, tipos de vegetación y registros de especies nativas y amenazadas para priorizar acciones de manejo y conservación. **En fauna**, los inventarios permiten identificar especies endémicas, migratorias, con restricciones de aprovechamiento y con disminución de abundancia, facilitando la formulación de medidas de protección

específicas. Y en **Ecosistemas**, específicamente el caso de la Ciénaga de Mallorquín: manglares, humedales, bosques y áreas acuáticas, aporta información sobre su rol en la regulación hídrica, protección costera y soporte de biodiversidad, constituyéndose en una base técnica para la planificación territorial.

Tabla 2.7. Potencialidades Flora, Fauna y Ecosistemas: Documentales vs Estudios de campo

Aprestamiento
En la revisión documental se pudo identificar que, en la cuenca, el 18 % del área está cubierta por zonas urbanas o industriales, el 40 % por pastos o mezclas de vegetación baja, el 13 % por arbustales, el 5 % por vegetación secundaria baja, otro 5 % por bosques y el 3 % por cuerpos de agua. Esta configuración refleja un alto grado de intervención antrópica. La presencia de áreas mineras y desnudas es reducida, representando apenas el 2 % de la superficie, lo cual es beneficioso para un territorio con suelos frágiles y condiciones climáticas extremas. La información disponible incluye registros de especies amenazadas y protegidas, como <i>Avicennia germinans</i> y <i>Laguncularia racemosa</i> (categoría de protección: LC – Preocupación Menor), y <i>Rhizophora mangle</i> (NT – Casi Amenazada), presentes en los manglares que bordean la ciénaga de mallorquín. Estos ecosistemas cumplen funciones críticas en la protección costera, regulación hídrica y soporte de biodiversidad. Asimismo, se dispone de datos georreferenciados de coberturas y tipos de vegetación. Según los resultados generales de la información analizada, se pudo identificar: • 56 especies vegetales nativas: documentadas en el inventario florístico, distribuidas en diferentes coberturas y ecosistemas (pág. 94-96). • Especie vegetal "En peligro": mangle negro (<i>Avicennia germinans</i>), categorizado como amenazado (pág. 96). • Especies de reptiles con restricción comercial: la iguana verde (Iguana iguana) y la boa constrictora (Boa constrictor), ambas con restricciones de aprovechamiento (pág. 101). • Especie de ave endémica, casi endémicas, migratorias, y con prohibiciones de tráfico: cardenal guajiro (<i>Cardinalis phoeniceus</i>) (endémica) y especies migratorias como el playero pectoral (<i>Calidris melanotos</i>), todas con restricciones de tráfico (pág. 103-106). • Especies de peces con disminución de abundancia: por ejemplo, la mojarra lora (<i>Diapterus rhombeus</i>) y el róbalo (<i>Centropomus undecimalis</i>), con reducciones poblacionales asociadas a presión pesquera y degradación de hábitat (pág. 110-112).
Diagnóstico
Las metodologías de caracterización en campo mostraron que efectivamente el 18 % del área está ocupada por zonas urbanas e industriales, lo que confirma un patrón de intervención antrópica significativo. Asimismo, el 40 % de la cuenca presenta coberturas de pastos o mezclas con vegetación baja, los arbustales alcanzan el 13 %, la vegetación secundaria baja el 5 %, los bosques otro 5 % y las áreas de cuerpos de agua el 3 %. En cuanto a las superficies con actividades mineras o áreas desnudas, estas representan apenas el 2 %, condición positiva para un territorio con clima extremo, suelos frágiles y baja cobertura vegetal. La información disponible incluye especies en riesgo como <i>Avicennia germinans</i> y <i>Rhizophora mangle</i>, ambas asociadas a manglares y con protección especial en Colombia. También se menciona una especie vegetal categorizada como "En peligro": <i>Avicennia germinans</i> (mangle negro), cuya importancia radica en su papel en la estabilización de suelos costeros, protección contra la erosión y provisión de hábitat para fauna acuática. En cuanto a reptiles con

restricción comercial, se registran especies como *Iguana iguana* y *Crocodylus acutus*, ambas listadas en los apéndices de CITES por su vulnerabilidad a la explotación, desempeñando funciones críticas en la cadena trófica y en el control de poblaciones de invertebrados. Sobre aves, el documento señala la presencia de especies endémicas y casi endémicas como *Thamnophilus multistriatus* y *Capito hypoleucus*, así como migratorias (*Setophaga ruticilla*) y con prohibición de tráfico como *Aratinga pertinax* las cuales cumplen roles en la dispersión de semillas y control de insectos. En peces, se reportan especies con disminución de abundancia como *Centropomus undecimalis* (róbalo) y *Mugil incilis* (lisa), cuya reducción se asocia a la presión pesquera y a la degradación de hábitats, afectando ligeramente la disponibilidad como un recurso comercializable y la estabilidad de las cadenas tróficas acuáticas.

Talleres

- 56 especies vegetales nativas
- especie vegetal "En peligro" (Ceiba roja)
- 2 especies de reptiles con restricción comercial (Babilla e iguana)
- especie de ave endémica (Guacharaca caribeña), 2 casi endémicas (Cardenal y Chau chau), 5 migratorias, y 3 con prohibiciones de tráfico (Guacamaya azul, Chimachima y Cernícalo)
- Más de 20 especies de peces, con disminución de abundancia.

La revisión documental, el diagnóstico de campo y los talleres coinciden en la alta intervención antrópica, la predominancia de coberturas herbáceas, arbustales, vegetación secundaria, bosques y cuerpos de agua, con áreas mineras y desnudas mínimas; Los manglares locales (*Avicennia germinans*, *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*) regulan flujos hídricos, mitigan oleaje y sostienen biodiversidad; su integridad constituye criterio de priorización en la planificación (Urrego, Correa-Metrio & González-Arango, 2018, pg. 133–135). La biogeoquímica de sedimentos en Mallorquín muestra mayores sales, carbono y azufre bajo cobertura de manglar, evidenciando función de retención y filtro, clave para manejo y restauración (Castro-Rodríguez, León-Luna & Pinedo-Hernández, 2018, pág. 38–41). En el caso de la fauna, se evidenciaron en campo registros de especies vegetales nativas, incluida una en categoría "En peligro", reptiles con restricción comercial como la iguana y el caimán, aves endémicas y migratorias, y peces con disminución de abundancia como el robalo y la lisa, lo que respalda la viabilidad de estrategias de conservación en el área; el inventario íctico local documenta dominancia de especies comerciales como *Mugil incilis* y *Diapterus rhombeus*, insumo para focalizar vedas, control del esfuerzo y monitoreo de disminuciones de abundancia reportadas por pescadores (Arrieta & De la Rosa, 2003, pág. 231–235).

2.1.8. Componente Social-Cultural-Económico

Componente Social: Se resalta que la información poblacional y demográfica permite **reconocer la distribución de asentamientos humanos, la presión sobre los recursos naturales y la vulnerabilidad ante fenómenos naturales**. Este componente incluye datos de crecimiento urbano, dinámicas migratorias y déficit en servicios básicos, los cuales inciden directamente en la calidad de vida y en la capacidad de resiliencia de las comunidades (Guía de POMCAS Págs. 139-140).

Componente Cultural: En el aspecto cultural, la información reportada es crucial para **identificar valores patrimoniales y prácticas tradicionales ligadas al territorio**. La caracterización cultural aporta al reconocimiento de costumbres y creencias que influyen en el manejo del ambiente y en la aceptación social de las medidas de gestión del riesgo y conservación. La guía señala que integrar esta dimensión es importante para **generar procesos participativos** y fortalecer el sentido de pertenencia de las comunidades frente a su territorio (Guía de POMCAS Págs. 141-142).

Componente Económico: Respecto al componente económico, se enfatiza en **la identificación de actividades productivas predominantes** como agricultura, ganadería, pesca y minería, así como en los niveles de dependencia de la población frente a estos sectores. La información disponible permite **evaluar las presiones que estas actividades ejercen** sobre el agua, el suelo y la biodiversidad, además de evidenciar desigualdades en el acceso a recursos y oportunidades económicas (Guía de POMCAS Págs. 143-145).



Tabla 2.8. Potencialidades Sociales/Culturales/Económicas: Documentales vs Estudios de campo

Aprestamiento
En la revisión de información documental, basado tanto en entregas por parte de las oficinas municipales delegadas por aspecto, como la consulta bibliográfica realizada por los expertos de este componente y partiendo de las potencialidades identificadas, de forma sintetizada tenemos que: • <i>La prestación de servicios de salud y educación en la cuenca es aceptable, dado que los planes de desarrollo municipales priorizan la ampliación de cobertura educativa y de aseguramiento en salud. En el caso de Baranoa, por ejemplo, la cobertura neta alcanza el 90,54% en educación, mientras que en salud el 78,5% (promedio total) de los hogares se encuentra asegurado, aunque persisten retos de calidad y acceso. De forma similar, varios municipios proyectan estrategias para reducir la deserción escolar y mejorar la afiliación al sistema de salud, garantizando atención en enfermedades transmisibles.</i> • <i>Respecto a los servicios básicos como agua potable, electricidad y saneamiento, los informes evidencian mejoras progresivas. En Galapa, el acceso a agua potable alcanza el 94% de los hogares, aunque el alcantarillado solo cubre el 54. Puerto Colombia plantea ampliar la cobertura de acueductos, alcantarillados y servicios sanitarios en áreas rurales.</i> • <i>En el ámbito cultural, se reconoce un fuerte arraigo en costumbres, valores, tradiciones, fiestas, gastronomía y patrimonio. Documentos como Ferias y Fiestas del Atlántico describen celebraciones emblemáticas como el Carnaval de Barranquilla, Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, además de festivales gastronómicos y artísticos que consolidan la identidad cultural. La tradición Mokaná, centrada en Tubará, incluye rituales espirituales y arte rupestre en la Piedra Pintada, lo que refuerza la continuidad cultural en la cuenca.</i> • <i>Los municipios invierten de manera constante en espacios para el desarrollo cultural. Puerto Colombia cuenta con el "Centro de Arte y Cultura Municipal" como un referente local para la promoción de expresiones artísticas. Asimismo, Barranquilla impulsa programas de formación artística, revitalización del patrimonio y modernización de espacios históricos para su uso cultural.</i> • <i>Las actividades económicas presentan una diversificación significativa: La pesca artesanal constituye un sector relevante en municipios como Tubará y Puerto Colombia, aunque enfrenta retos de sostenibilidad. El turismo y el comercio son motores crecientes en Puerto Colombia y Soledad, apoyados en la infraestructura portuaria. El transporte y la prestación de servicios complementan este panorama, con Barranquilla y su área metropolitana consolidándose como nodos logísticos y comerciales estratégicos para la región Caribe.</i>
Diagnóstico
Las caracterizaciones posteriores, apoyadas por entrevistas con la comunidad y aportes durante los espacios de participación, permiten afirmar que: • <i>La prestación de servicios de salud y educación en la cuenca se considera aceptable, ya que los municipios han priorizado la ampliación de cobertura y la consolidación de instituciones. En materia educativa, se reporta que la cobertura neta alcanza niveles superiores al 80% en la mayoría de las localidades con esfuerzos de mejoramiento en infraestructura escolar y programas de permanencia estudiantil. En cuanto a salud, la afiliación al sistema de seguridad social supera el 70% de la población, lo que garantiza, en parte como promedio estadístico, atención básica y acceso a programas de prevención.</i> • <i>En lo relacionado con los servicios básicos, se ha logrado una cobertura significativa en acueducto, energía eléctrica y alcantarillado. Algunos municipios reportan coberturas</i>



superiores al 90% en acueducto, con avances en la ampliación de redes de saneamiento básico y plantas de tratamiento de aguas residuales, aunque persisten retos en áreas rurales dispersas. La electrificación llega a casi la totalidad de la población en los centros urbanos y a más del 91% en cada unidad administrativa.

- El arraigo cultural en la cuenca se manifiesta en costumbres, valores y tradiciones que fortalecen la identidad regional. Se destacan festividades patronales, carnavales y ferias de todo tipo, que refuerzan la cohesión social, además de expresiones gastronómicas locales, patrimonio arquitectónico de templos coloniales y hallazgos arqueológicos en áreas específicas. Este acervo cultural ha sido catalogado como un factor de proyección turística.
- La inversión en espacios culturales también es evidente. Los municipios han destinado recursos a la construcción y mantenimiento de casas de la cultura, bibliotecas públicas y auditorios comunitarios, que funcionan como escenarios de formación artística y promoción de actividades culturales. Estas infraestructuras se complementan con programas de fortalecimiento cultural que incluyen música, danza y teatro, integrando población joven y adulta en la preservación de la identidad territorial.
- Finalmente, la economía local muestra diversificación en sus actividades productivas. La pesca artesanal sigue siendo un renglón importante en riberas y ciénagas. El transporte terrestre y fluvial constituye un soporte clave para el comercio regional. El turismo ha crecido en torno a la riqueza cultural y natural de la cuenca, apoyado en ferias, festividades y escenarios de recreación. Además, la prestación de servicios en comercio, alojamiento y gastronomía fortalece la dinámica económica de los municipios y amplía sus perspectivas de desarrollo.

Talleres

- Análisis demográfico (rangos etarios y proyecciones de población)
- Dinámicas de ocupación y apropiación del territorio.
- Servicios sociales básicos.
- Análisis de tamaño predial.
- Seguridad alimentaria.
- Pobreza y desigualdad (según indicadores nacionales).
- Seguridad y convivencia (incluyendo topofobias)
- Identificación de prácticas culturales presentes desde una perspectiva ambiental.
- Descripción de grupos étnicos y su sistema cultural.
- Identificación de sitios de interés cultural y arqueológico.
- Análisis funcional de sectores económicos desde la perspectiva ambiental.
- Identificación de infraestructura asociada al desarrollo económico.

Fuente: Consorcio POMCA Ciénaga de Mallorca y los arroyos Grande y León, 2025.

Tabla 2.9. Síntesis de cobertura de servicios básicos y actividades económicas para el área aferente a la Cuenca Ciénaga de Mallorcaín a 2024.

Municipio	Educación*					Servicios Públicos***				Actividades Económicas		
	Salud (%)	Básica primaria %	Secundaria %	Media (%)	Universitaria (%)	Acueducto (%)	Alcantarillado (%)	Aseo (%)	Electricidad (%)	primarias (%)	secundarias (%)	terciarias (%)****
Barranquilla	100	110	110	95	115.03	97.8	95	98.5	99	0	22	78
Puerto Colombia	59	166	170	136	n/d**	94.4	84.3	96,1	98.3	1	9	90
Galapa	67.01	87	84	71	n/d**	96.2	82.7	95.3	99.1	4	39	57
Soledad	88.99	105	97	125	n/d**	98.5	89.7	95.4	99,5	0	18	82
Baranoa	85.55	98	101	89	n/d**	87.6	36.4	92.5	98.2	9	35	56
Tubará	52.38	73	65	48	n/d**	83.1	29.1	74.5	91.4	5	6	89

Fuente: Consorcio POMCA Ciénaga de Mallorcaín y los arroyos Grande y León, Elaborado a partir del documento F2-P14 Caract SocEconCult, 2025

* Cuando se supera el 100%, se puede interpretar como el valor calculado vs la población reportada como capacidad máxima, ya que, el registro documental no discrimina factores como sobrecupos en escuelas y colegios y/o migración.

** El documento no reporta tasa (%) de cobertura universitaria municipal ya que solamente Puerto Colombia y Barranquilla cuentan con instituciones universitarias domiciliadas en el área de estudio.

***Se presenta el valor total municipal reportado y se asume es similar en toda la unidad administrativa. Asimismo, se presentan los valores reportados como totales, sin discriminación de área urbana y rural.

****"Actividades terciarias" incluye comercio, transporte, alojamiento y servicios, usado como proxy de "porcentaje relacionado con comercio". Barranquilla, Puerto Colombia, Galapa y Soledad provienen de "Porcentaje del valor agregado por actividades económicas".

Referentes académicos y la síntesis presentada en la Tabla 2.9, validan no solo la correcta identificación de las potencialidades descritas en las etapas de aprestamiento y diagnóstico, complementado por los espacios participativos en talleres, sino la prevalencia de condiciones socio culturales y económicas favorables dentro del área de la Cuenca y la premisa de incorporación en las fases posteriores:

- La prestación de servicios de salud en áreas mayormente rurales se considera aceptable, con avances en modelos de atención integral que han fortalecido la equidad y el acceso comunitario (Ruiz-Rodríguez et al., 2022).
- En educación, las políticas aplicadas en territorios, en su mayoría rurales, reflejan mejoras en cobertura y pertinencia cultural, lo que contribuye al bienestar comunitario (Bonilla-Morales et al., 2023).
- En cuanto a los servicios básicos, la mayoría de los municipios ha consolidado acceso a agua potable, energía eléctrica y sistemas de saneamiento, lo que asegura condiciones dignas de vida (Banco Mundial, 2019).
- El territorio conserva un profundo arraigo cultural expresado en costumbres, tradiciones, gastronomía y patrimonio material e inmaterial, elementos que fortalecen la identidad colectiva (Bonilla-Morales et al., 2023). Las inversiones en casas de la cultura, bibliotecas y espacios comunitarios impulsan la promoción cultural y la participación social (Ruiz-Rodríguez et al., 2022).
- La economía evidencia diversificación con actividades como la pesca artesanal, el turismo cultural, el transporte y la gastronomía, que consolidan la resiliencia local (Bonilla-Morales et al., 2023).

2.1.9. Síntesis de Potencialidades para la Cuenca

- ❖ Las potencialidades globales de la cuenca de la Ciénaga de Mallorcaín se destaca el reconocimiento de ecosistemas estratégicos como humedales, manglares y bosques secos tropicales, que funcionan como soporte de biodiversidad y conectividad ecológica.
- ❖ A nivel geológico, geomorfológico e hidrogeológico, se identifican formaciones con potencial para el almacenamiento de agua subterránea y recursos minerales aptos para la industria de la construcción, además de una amenaza sísmica baja; se resalta la presencia de formaciones como Perdices, Hibácharo y Tubará.
- ❖ En cuanto al clima e hidrografía, los registros pluviométricos y caudales indican una disponibilidad hídrica superior a la demanda, reforzada por la bimodalidad de lluvias que favorece estrategias de cosecha y almacenamiento de agua; se generan en promedio 43,13 millones de m³ anuales de agua, con rendimientos de 4,63 l/s/km², destacando el sistema Arroyo Hondo-León. Sin embargo, el cálculo de los índices hidrológicos muestra que este rendimiento está relacionado con una baja capacidad de retención y regulación de la Cuenca, así como un Índice de Uso del Agua alto, lo que conlleva también a una alta vulnerabilidad hídrica al desabastecimiento.
- ❖ En fauna, flora y ecosistemas, la cobertura se distribuye en 40 % de pastos, 13 % arbustales, 5 % bosques y 3 % cuerpos de agua, con especies como *Avicennia germinans* y la iguana *Iguana iguana* bajo protección, presencia de especies nativas, amenazadas y de importancia ecológica como los manglares *Avicennia germinans* y *Rhizophora mangle*, además de aves endémicas y peces comerciales con valor cultural y económico.
- ❖ En lo social y cultural, se evidencian altos niveles de cobertura en servicios básicos y de salud, junto con un arraigo en tradiciones como el Carnaval de Barranquilla y la cultura Mokaná en Tubará. la cobertura educativa supera el 90 % y en salud el 70 % (mayor en zona urbana que rural), con expresiones culturales arraigadas y actividades económicas diversificadas en pesca, turismo y comercio.
- ❖ En la caracterización política-administrativa, la existencia de POT, PBOT y EOT en los municipios de la cuenca refuerza la capacidad de planeación, aunque con necesidad de actualización en Soledad, Tubará y Baranoa.
- ❖ En coberturas y uso de la tierra, se confirma la predominancia de pastos limpios y zonas agrícolas, y en capacidad de uso del suelo se destacan sectores aptos para agricultura, ganadería y conservación forestal. La economía diversificada, permite diferentes vocaciones productivas y refuerzan el potencial de la cuenca para integrar desarrollo sostenible y conservación.

2.2. Limitantes y Conflictos

2.2.1. Caracterización Política/Administrativa

Tabla 2.10. Limitantes y Conflictos Caracterización Política/Administrativa (identificados y confirmados)

Aprestamiento
La falta de articulación administrativa entre municipios como Barranquilla y Puerto Colombia genera conflictos de competencias en la planificación del suelo, lo cual ha favorecido procesos de urbanización descontrolada y pérdida de cobertura vegetal. Durante el trabajo técnico, esta situación puede traducirse en inconsistencias en la delimitación de áreas prioritarias de conservación y en dificultades para concertar medidas de ordenamiento territorial. Por otro lado, los vacíos de información sobre actores clave y las normativas aplicables al pueblo indígena Mokaná limitan la posibilidad de incorporar enfoques diferenciales y de participación efectiva. En campo, esta carencia puede ocasionar tensiones sociales, falta de reconocimiento de derechos colectivos y retrasos en la implementación de estrategias de gobernanza y manejo sostenible de la cuenca.
Diagnóstico
De acuerdo con la Caracterización Político-administrativa de la Cuenca, se evidencia que los municipios de Barranquilla, Puerto Colombia, Malambo y Galapa enfrentan desafíos en la articulación de sus planes de ordenamiento territorial y de uso del suelo, particularmente en áreas costeras y zonas de expansión urbana (p. 14-15), ya sea por su constante actualización, como por su relación porcentual vinculada al área geográfica Cuenca de Mallorcaín. Aunque se han promovido espacios de cooperación interinstitucional y se reconocen avances en la búsqueda de consensos, todavía no se ha consolidado una figura de coordinación que permita integrar de manera plena los diferentes instrumentos de planificación con las necesidades propias del área geográfica y su función ambiental en el territorio. De igual manera, respecto al pueblo indígena Mokaná, el documento señala que persisten vacíos en la información y en la definición normativa que respalde sus derechos territoriales, especialmente en sectores como Tubará y Piojó (p. 17).

2.2.2. Geología/Geomorfología/Hidrogeología

Tabla 2.11. Limitantes y Conflictos Geología/Geomorfología/Hidrogeología (identificados y confirmados)

Aprestamiento
Para la Cuenca, los conflictos asociados a la geología se relacionan con las características composicionales de las formaciones que conforman la cuenca, lo cual genera fenómenos como deslizamientos y procesos erosivos vinculados a la dinámica marina del sector. En el área de hidrogeología se identifican múltiples limitantes: la ausencia de estudios que confirmen la conectividad entre los acuíferos y la ciénaga impide establecer con precisión el grado de interacción entre el agua subterránea y el ecosistema lagunar; además, predomina la presencia de materiales finos y litologías de baja permeabilidad que restringen la infiltración y el almacenamiento de agua en los acuíferos. También se detecta la falta de redes de monitoreo que permitan registrar el nivel freático, la calidad del agua subterránea y las tasas de recarga, lo cual genera incertidumbre frente al balance hídrico. A ello se suma la vulnerabilidad a la contaminación por posibles filtraciones de aguas residuales y lixiviados procedentes de zonas urbanas e industriales cercanas, así como la sobreexplotación de acuíferos regionales cuya extracción no regulada podría incidir directamente en la disponibilidad de agua de la ciénaga. Se destacan

también los efectos potenciales del cambio climático y la variabilidad hídrica, que modifican los patrones de precipitación y afectan los procesos de recarga. Adicionalmente, existe un vacío en la información hidroquímica, al no disponer de datos detallados que permitan evaluar la calidad del agua subterránea y su idoneidad para usos domésticos, agrícolas o industriales. Finalmente, se identifica la ausencia de regulaciones locales específicas para la gestión del recurso subterráneo, lo que deja sin lineamientos claros la conservación de los acuíferos asociados al ecosistema.

Diagnóstico

Según la caracterización geológica y geomorfológica realizada, cinco de los conflictos fueron confirmados mediante los estudios realizados en campo:

- Geología: El estudio identifica susceptibilidad a deslizamientos y erosión marina en la cuenca, derivada de la composición litológica y pendientes fuertes (sección Caracterización geomorfológica. La unidad LKF presenta pendientes entre 25–75 %, mientras que las cuestas LCF abarcan 1,2 % del área, ambas asociadas a procesos erosivos.
- Hidrogeología – predominio de materiales finos y baja permeabilidad: Se reportan depósitos finos y marismas que limitan la infiltración y almacenamiento, con superficies como LUB 578,19 ha, LMO 1.262,07 ha, REM 308,92 ha y RAB 41,93 ha (tabla de la Leyenda geomorfológica con fines edafológicos).
- Falta de estudios sobre la conectividad entre acuíferos y la ciénaga: El documento únicamente menciona fuentes secundarias de cartografía y no evidencia balances o caracterizaciones hidrogeológicas.
- Falta de monitoreo hidrogeológico: No se describen redes de monitoreo del nivel freático ni tasas de recarga en la cuenca.
- Falta de datos hidroquímicos detallados: El informe no contiene análisis de calidad del agua subterránea.

2.2.3. Clima

Tabla 2.12. Limitantes y Conflictos Clima (identificados y confirmados)

Aprestamiento
Según la revisión de información existente, los principales conflictos identificados en esta etapa, son: • la ausencia de estaciones meteorológicas e hidrológicas en la cuenca impide contar con datos precisos para evaluar disponibilidad y calidad del recurso. • El índice de aridez refleja un déficit hídrico estructural en las subcuencas, acentuando la escasez de agua superficial la mayor parte del año y limitando su aptitud para actividades productivas.
Diagnóstico
Una vez adelantado los estudios correspondientes, la conclusión para las problemáticas identificadas previamente fueron confirmadas de la siguiente forma: • La limitación de que la cuenca no cuenta con estaciones meteorológicas e hidrológicas se menciona en la caracterización climática de la Cuenca, donde se indica la ausencia de redes de monitoreo locales. • El índice de aridez muestra la condición deficitaria de agua en la zona.

2.2.4. Hidrología

Tabla 2.13. Limitantes y Conflictos Hidrología (identificados y confirmados)

Aprestamiento
Partiendo de lo reportado como conflictos en la Fase de Aprestamiento, la baja retención y regulación de humedad limita la capacidad de almacenamiento y provoca que, en épocas de baja precipitación, los flujos drenados en los arroyos disminuyan drásticamente. El índice de uso de agua (IUA) muestra que la presión de la demanda es muy alta en relación con la oferta disponible, especialmente en la subcuenca del Arroyo Grande/Orientas C. Pan de Azúcar, generando tensiones hídricas en la región. La metodología de indicadores empleada por el IDEAM evidencia vulnerabilidades entre medias y bajas, pero resulta insuficiente para representar adecuadamente las corrientes efímeras cuya variabilidad temporal depende de las lluvias estacionales. El arroyo León, principal tributario de la ciénaga y alimentado por el arroyo Grande, junto con los intercambios con el río Magdalena y el mar Caribe, conforman un sistema presionado por la descarga de aguas residuales domésticas no tratadas, acumulación de desechos sólidos y desvíos no regulados de escorrentía, que en 2006 ascendían a 364 represamientos. Esta contaminación, sumada a la escasez generalizada de agua durante gran parte del año, ha obligado a depender del río Magdalena como principal fuente de suministro y, en algunos casos, del agua subterránea para consumo humano.
Diagnóstico
Una vez adelantado los estudios correspondientes, la conclusión para las problemáticas identificadas previamente fueron confirmadas de la siguiente forma: • La baja retención y regulación de humedad se menciona en la Caracterización Hidrológica, donde se señala que en épocas secas los caudales de los arroyos disminuyen drásticamente por falta de capacidad de almacenamiento. • El índice de uso de agua (IUA) con presión alta frente a la oferta se confirma en Caracterización Hidrológica, indicando que la subcuenca de Arroyo Grande/Pan de Azúcar enfrenta sobreexplotación y déficit estacional. • La vulnerabilidad media-baja con insuficiencia de agua superficial también se ratifica en la Caracterización Hidrológica, la cual enfatiza que el agua disponible no resulta suficiente para actividades productivas. • La descarga directa de aguas residuales y desechos sólidos a la ciénaga está documentada en la Caracterización Hidrológica, que advierte sobre la presión por contaminación doméstica e industrial. Finalmente, la dependencia del río Magdalena como fuente de agua y la escasez durante gran parte del año se constata en el mismo documento, que resalta que solo en septiembre-octubre se presentan aportes significativos de precipitación. Con los resultados de los estudios y fases de campo reportados hasta el momento, no se tiene suficiente información y/o representatividad de esta para confirmar o rechazar: • El método de indicadores aplicado a corrientes efímeras, ya que no se discute de forma directa la aplicabilidad metodológica, sino más bien los resultados y limitaciones prácticas.

2.2.5. Coberturas y Uso de la Tierra

Tabla 2.14. Limitantes y Conflictos Coberturas y Uso de la Tierra (identificados y confirmados)

Aprestamiento
Inicialmente, se identificaron dos limitantes/conflictos, según la revisión documental consignada en los productos de la Fase de Aprestamiento: <i>No se cuenta con una capa cartográfica de coberturas de la tierra a escala 1:25.000, lo que impide disponer de una línea base homogénea y precisa para la actualización de las coberturas. El documento señala que la información disponible proviene de cartografía a escalas menos detalladas, lo cual genera inconsistencias en la delimitación y en la representatividad de las coberturas.</i> <i>Adicionalmente, se requiere la interpretación en su totalidad de la capa de coberturas y usos de la tierra, ya que la actual solo alcanza avances parciales de identificación. La Propuesta de Campo - Coberturas indica que, tras la verificación en terreno, se espera llegar a un 80 % de avance en la delimitación de coberturas y un 70 % en la clasificación de usos del suelo, lo que evidencia que aún no se dispone de una interpretación integral y estandarizada para toda la cuenca.</i>
Diagnóstico
Se constata que persisten limitaciones técnicas asociadas a la escala y a la necesidad de interpretación completa de la información. No se cuenta aún con una capa cartográfica consolidada a escala 1:25.000 que sirva como línea base actualizada para la cuenca, lo cual genera vacíos para la gestión territorial y ambiental (Pág. 11). Se resuelve mediante la generación de salidas graficas a la escala mencionada para dar cumplimiento a los requisitos técnicos del POMCA. El segundo conflicto, se resolvió mediante la interpretación de la capa de coberturas y usos de la tierra con imágenes Sentinel-2 y la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, alcanzando un área total de 29.527,62 hectáreas clasificadas en 95 clases de cobertura. Dentro de estas, los territorios artificializados representan el 22,44 % ($\approx$ 6.628 ha), los agrícolas el 14,6 % ($\approx$ 4.310 ha), bosques y áreas seminaturales el 27,4 % ($\approx$ 8.093 ha), áreas húmedas el 0,34 % ($\approx$ 102 ha) y superficies de agua el 2,9 % ($\approx$ 853 ha) (Tabla 7, Pág. 25). Los resultados se presentan y se mantienen en proceso de ajuste y concertación, con el fin que en etapas posteriores se definan la versión final de los resultados para este territorio.

2.2.6. Capacidad de Uso de los Suelos

Tabla 2.15. Limitantes y Conflictos Uso de los Suelos (identificados y confirmados)

Aprestamiento
Partiendo de lo reportado como conflictos en la Fase de Aprestamiento, el análisis edafológico confirma que el clima seco afecta la totalidad de la cuenca, restringiendo las actividades agropecuarias y condicionando los cultivos a la implementación de sistemas de riego. Esta limitación ha sido identificada en más de 29.000 hectáreas, lo que implica una dependencia estructural del recurso hídrico para la producción agrícola. En sectores del paisaje de lomerío, que ocupan gran parte de los municipios de Tubará y Galapa, se presentan pendientes fuertemente inclinadas que restringen la selección de usos del suelo. Estas áreas han sido clasificadas en las Clases IV y VI de capacidad de uso, lo que significa que no son

aptas para agricultura intensiva y solo podrían destinarse a la protección y al establecimiento de bosques nativos, evitando la degradación edáfica.

Los procesos erosivos se encuentran muy generalizados en la cuenca. Se reportan suelos superficiales y muy superficiales en la planicie fluvio-lacustre, donde la capa arable ha sido reducida por la erosión y el afloramiento de sales, lo que disminuye la profundidad efectiva de los suelos. Esta condición, sumada al uso inadecuado en áreas de lomerío, ha derivado en deforestación y pérdida de capacidad productiva en extensiones significativas del territorio.

Diagnóstico

Los resultados presentados en la Caracterización biofísica de la Cuenca, la capacidad de uso del suelo en la cuenca de la Ciénaga de Mallorca está marcada por limitaciones que restringen significativamente las actividades agropecuarias. El clima seco es un condicionante generalizado en las 29.527 hectáreas de la cuenca, lo que obliga a depender de sistemas de riego para garantizar la viabilidad de cultivos; esta limitación está identificada como un problema transversal para toda el área.

En los paisajes de lomerío, que abarcan gran parte de municipios como Tubará, Galapa y Baranoa, se encuentran sectores con pendientes fuertemente inclinadas; estas condiciones limitan la escogencia de actividades agropecuarias, y se han clasificado en las Clases IV y VI de capacidad de uso, lo cual significa que no son aptas para agricultura intensiva y deberían destinarse preferiblemente al establecimiento de bosques nativos. Este tipo de restricción se repite en varias unidades geomorfológicas donde el uso actual contrasta con la vocación del suelo (Pág. 45).

Los procesos erosivos son igualmente generalizados; en la planicie fluvio-lacustre se registran suelos superficiales y muy superficiales con reducción del espesor de la capa arable, sumado al afloramiento de sales que disminuyen la profundidad efectiva. Estas condiciones afectan miles de hectáreas de manera crítica, generando pérdida de productividad y degradación ambiental. Además, se reporta que la subutilización de suelos en el paisaje de lomerío ha acelerado la deforestación y deteriorado su capacidad productiva, confirmando que los procesos erosivos constituyen un conflicto estructural para la cuenca (Pág. 47).

2.2.7. Fauna, Flora y Ecosistemas

Tabla 2.16. Limitantes y Conflictos Fauna, Flora y Ecosistemas (identificados y confirmados)

Aprestamiento
De acuerdo con lo registrado en el Análisis Situacional Inicial, la cuenca enfrenta una fuerte presión antrópica que ha reducido el valor de la vegetación y los ecosistemas predominantes, sin que existan políticas claras de conservación y protección, salvo algunas medidas puntuales aplicadas a la ciénaga. El bosque seco tropical, ecosistema clave dentro del territorio, se encuentra muy disminuido y su restauración constituye uno de los mayores retos para el ordenamiento ambiental. Además, la baja representatividad estadística de algunas unidades de vegetación dificulta su caracterización, aunque resultan necesarias para comprender la dinámica del sistema ecológico.
En cuanto a la fauna, se identifican vacíos de información en la mayor parte del área aferente, lo que limita el análisis integral de este componente. La transformación de la vegetación original, especialmente aquella asociada a los cuerpos de agua ha generado una disminución significativa de anfibios y reptiles. La expansión de actividades antrópicas diversas ha contribuido a la reducción,

fragmentación o desaparición de poblaciones de fauna terrestre localizadas, comprometiendo la integridad ecológica del sistema.

Diagnóstico

Para el componente de flora, se ratifica que existe una fuerte intervención antrópica sobre la cuenca, con presión urbanística y agrícola que afecta el bosque seco tropical, considerado como ecosistema clave y hoy muy disminuido. Asimismo, se señala que especies representativas como *Handroanthus chrysanthus* (roble amarillo) y *Caesalpinia coriaria* (dividivi) se encuentran en retroceso, evidenciando la necesidad de restauración ecológica. En cuanto a la dificultad de caracterizar unidades de vegetación poco representativas, el documento confirma que coberturas menores de matorrales y herbazales se hallan fragmentadas y con baja representatividad estadística.

En el caso de la fauna, se confirma la limitación de información para la mayor parte de la cuenca, ya que los estudios previos se concentran dentro del espejo de agua y en su lecho. Se resalta la disminución de anfibios y reptiles por la pérdida de hábitat, ejemplificada en especies como *Rhinella marina* e *Iguana iguana*, cuya presencia es cada vez más restringida. De igual modo, se evidencia la disminución de aves acuáticas y terrestres, incluyendo registros de retroceso poblacional de *Ardea alba* (garza real) y *Nycticorax nycticorax* (martinete), asociadas a la alteración de humedales y la contaminación de cuerpos de agua.

Persiste la carencia de información detallada sobre algunas poblaciones específicas, especialmente en mamíferos medianos y pequeños en sectores periféricos de la cuenca. De igual manera, no se encontraron datos suficientes para subsanar completamente las limitaciones sobre la caracterización de fauna terrestre fuera de la ciénaga, confirmando que este sigue siendo un vacío crítico de información.

2.2.8. Componente Social-Cultural-Económico

Tabla 2.17. Limitantes y Conflictos Social-Cultural-Económico (identificados y confirmados)

Aprestamiento

En el área social, se confirma que los municipios de la cuenca presentan indicadores de NBI por debajo del promedio nacional, con excepción de Barranquilla, que se encuentra en mejores condiciones. También se señala que la prevalencia de enfermedades en la región supera los valores promedio nacionales, destacando la incidencia de infecciones gastrointestinales y respiratorias que afectan principalmente a la población en zonas de mayor vulnerabilidad. Sin embargo, no se identifican datos de línea base relacionados con el desempleo, lo que impide precisar su magnitud en el área de influencia.

En el componente cultural, el documento muestra que no existe un mecanismo de promoción de la cultura étnica Mokaná, dado que no se reportan festivales, celebraciones o políticas con enfoque diferencial en la cuenca.

En el componente económico, se indica que los bajos niveles de NBI limitan la tecnificación de procesos y restringen el crecimiento de las empresas locales, lo cual repercute en el desarrollo económico de los municipios que integran la cuenca.

Diagnóstico

De acuerdo con la información disponible en el documento de Caracterización socioeconómica y cultural, los conflictos sociales en la cuenca de Mallorca se reflejan en los indicadores de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), que en municipios como Puerto Colombia, Tubará y Galapa se ubican por debajo del promedio nacional, situación que contrasta con Barranquilla, donde los valores son más favorables. En el componente de salud, la prevalencia de enfermedades infectocontagiosas y respiratorias supera los promedios nacionales, lo que evidencia una mayor vulnerabilidad de las comunidades. Además, no se cuenta con línea base sobre desempleo, lo que limita el análisis de este indicador y su relación con la pobreza estructural en la región.

En el ámbito cultural, se confirma que no existen mecanismos sistemáticos de promoción de la cultura étnica Mokaná, como políticas orientadas al reconocimiento diferencial; la información disponible solo señala la presencia de esta comunidad sin mayores desarrollos institucionales.

En lo económico, las afectaciones se expresan en las bajas condiciones de tecnificación de procesos productivos y en las restricciones para el crecimiento empresarial, las cuales se asocian a los elevados niveles de NBI y a la precariedad de los servicios básicos en varias zonas rurales de la cuenca.

2.2.9. Síntesis de Limitantes y condicionamientos

La cuenca de la Ciénaga de Mallorca y Arroyos Grande y León enfrenta un conjunto de problemáticas comunes y globales, entre ellas destacan la presión de la urbanización descontrolada sobre los ecosistemas estratégicos, la pérdida de coberturas naturales como manglares y bosque seco tropical, la contaminación de cuerpos de agua por vertimientos domésticos e industriales (confirmado por las comunidades), la sobreexplotación de recursos, y la erosión aunado a sistemas productivos intensivos generalizados en suelos con baja capacidad de retención hídrica. Estas dinámicas se suman a los altos niveles de pobreza, la falta de políticas efectivas de promoción cultural para comunidades étnicas como los Mokaná, y las dificultades en la tecnificación productiva acrecentando la alta vulnerabilidad ambiental, económica y social que limita el desarrollo sostenible de la región.

De forma sintetizada por áreas, los conflictos más comunes identificados por los habitantes en el área aferente y fuera de ella durante los espacios de participación y soportado por los estudios técnicos y revisión documental, se encuentra:

- ❖ En el componente político-administrativo se identifican planes de ordenamiento territorial desactualizados y ausencia de una articulación interinstitucional que permita gestionar la cuenca como una unidad integral. Esto genera conflictos de competencias entre municipios y vacíos en la aplicación de normativas de gestión del suelo y conservación ambiental.
- ❖ En el análisis geológico, geomorfológico e hidrogeológico se constatan pendientes abruptas y materiales geológicos susceptibles a la erosión y movimientos en masa. A ello se suma la presión sobre los acuíferos subterráneos, con ausencia de monitoreo

sistemático de niveles freáticos y calidad de agua, lo que impide estimar con precisión la conectividad entre aguas subterráneas y la ciénaga.

- ❖ El diagnóstico climático e hidrológico muestra un marcado déficit hídrico, con baja capacidad de retención de humedad en los suelos y una fuerte dependencia de periodos de lluvias concentradas. El agua superficial disponible es insuficiente para sostener actividades productivas de manera permanente y la ausencia de estaciones meteorológicas locales limita la generación de datos precisos para la gestión.
- ❖ En flora, fauna y ecosistemas, se resalta la reducción de coberturas vegetales, especialmente manglares y relictos de bosque seco tropical, lo cual compromete la conectividad ecológica. La pérdida de hábitat afecta anfibios, reptiles y aves asociadas a humedales y bosques ribereños, reduciendo la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos.
- ❖ En el área social, se evidencian altos indicadores de necesidades básicas insatisfechas, prevalencias de enfermedades en comparación con promedios nacionales y carencia de datos sistemáticos sobre desempleo. Culturalmente, no se registran mecanismos efectivos para la promoción de la identidad étnica Mukaná, lo que genera vacíos en la inclusión de un enfoque diferencial.
- ❖ En lo económico, los bajos niveles de tecnificación y la limitada capacidad de crecimiento empresarial se vinculan directamente con las restricciones de infraestructura y los altos niveles de pobreza. La pesca artesanal, la agricultura de subsistencia y el turismo enfrentan dificultades para consolidarse como actividades sostenibles.
- ❖ Respecto a coberturas y uso de la tierra, se subsanan a partir de todo el trabajo de campo desarrollado ya que el comportamiento de cambio se deriva exclusivamente de presiones antrópicas que difícilmente se pueden limitar o eliminar. Se entregan recomendaciones para el tratamiento de áreas bastante degradadas/fragmentadas.
- ❖ En la capacidad de uso del suelo, las condiciones secas de toda la cuenca limitan los cultivos sometidos a sistemas de riego, las pendientes fuertes restringen actividades agropecuarias y los procesos erosivos generalizados.

3. CONFLICTO POR EL USO DE RECURSOS NATURALES

Los conflictos de uso corresponden a la discrepancia entre el uso que el hombre hace actualmente del medio natural y el uso que debería tener de acuerdo con sus potencialidades y restricciones ambientales, ecológicas, culturales, sociales y económicas. Esta discrepancia permite aportar elementos básicos vigentes para la formulación de políticas, reglamentaciones y planificación del territorio, fundamentados en el conocimiento de los recursos y su oferta natural, las demandas y las interacciones entre el territorio y sus usos, y como marco orientador para la toma de decisiones.

Establecer conflictos permite delimitar aquellas áreas donde debe propiciarse el cambio de uso o establecer esquemas especiales de manejo para contrarrestar la pérdida de los suelos, el deterioro de las coberturas naturales, ecosistemas estratégicos y el recurso hídrico. Por lo tanto, solucionar el conflicto exige, generalmente, que se cambie el uso actual por otro que se ajuste a la oferta productiva del suelo, a la disponibilidad hídrica y a la conservación de los recursos naturales esto es la base fundamental para propiciar la planificación del desarrollo sostenible.

3.1. Conflicto por Uso de las Tierras

El uso de la tierra ha sido históricamente una fuente de tensiones y disputas entre diversos actores sociales, económicos y políticos. A medida que crece la demanda por recursos naturales, espacios agrícolas, zonas urbanas e industriales, se intensifican los conflictos derivados de la competencia por el acceso, control y propiedad de la tierra. Estos conflictos se ven agravados por factores como la expansión urbana, la deforestación, los proyectos extractivos y las políticas agrarias que no cumplen las expectativas.

La cuenca de la ciénaga de Mallorcaín y los arroyos Grande y León localizada en el departamento de Atlántico ha experimentado, como casi la generalidad del territorio colombiano un uso inadecuado de los suelos en las últimas décadas, lo cual ha generado un conflicto con el uso de las tierras, provocando impactos negativos en el medio ambiente y en la calidad de vida de sus habitantes.

Es frecuente encontrar por todo el territorio colombiano un uso actual de las tierras con actividades para las cuales los suelos no tienen aptitud, o que su uso supere la capacidad productiva o afecta sus funciones ecosistémicas, lo que origina, entre otros, bajos niveles de producción con altos costos y un deterioro progresivo de los recursos naturales, afectando además la cantidad y calidad de los recursos hídricos, la pérdida de la productividad de las tierras y de la biodiversidad, aumento de las amenazas por inundaciones en las partes bajas

de las cuencas, colmatación de embalses y cambios climáticos regionales, entre otros impactos.

Los efectos de la presencia en un territorio de Conflictos en el Uso y manejo de las Tierras se relacionan con su insostenibilidad económica con el tiempo, ya que se presenta un aumento de la degradación del suelo y por consiguiente disminuye la oferta ambiental; esto ocurre si el conflicto está asociado con la sobreutilización; de igual manera si el conflicto es debido a la subutilización, se agudizan problemas de índole social por la utilización de grandes áreas en actividades que requieren poca mano de obra y otras funciones sociales y económicas relacionadas con la productividad.

3.1.1. Metodología

Esta metodología se enfoca en identificar discrepancias entre la capacidad de uso del suelo, es decir, lo que el terreno puede soportar o permitir según sus características físicas y ecológicas y su uso actual, es decir en que está siendo utilizado actualmente ese mismo terreno, con el fin de evidenciar posibles conflictos, presiones ambientales o usos inadecuados que puedan estar generando tensiones sociales, ecológicas o económicas.

El primer componente corresponde a la capacidad de uso de las tierras, el que identifica las características de la tierra que le generan restricciones para el desarrollo de actividades agropecuarias o forestales, las cuales son necesarias para la definición de su aptitud de uso, que es considerada como el uso más apropiado que la tierra sería capaz de resistir, esto determina la oferta que nos da el medio biofísico.

El segundo componente hace referencia al mapa de Uso Actual de la Tierra, el cual permite orientarnos sobre las diferentes actividades (productivas o no) que se realizan al interior de la cuenca, esto nos permite apreciar de qué manera está siendo utilizado el territorio y la tendencia de su ocupación; es decir, conocer la distribución y cobertura espacial de los diferentes usos que se le está dando a la tierra, la cual nos indica la demanda que tiene el medio.

Teniendo estos dos insumos cartográficos, que para la cuenca se encuentran a escala 1:25.000 se realiza el respectivo cruce y se obtiene una nueva capa, la que identifica polígonos con usos adecuados o los no adecuados que se denominan conflictos.

Dada la importancia que tiene el manejo del recurso suelo, y frente a la necesidad de optimizar el uso de los recursos con que cuenta la cuenca y lograr su mínima intervención o su recuperación y conservación, es importante tener un análisis de los Conflictos de Uso de la Tierra, este pretende ser la base para la toma de decisiones posteriores al interior de la cuenca, pues brinda la información necesaria sobre las potencialidades y limitaciones del recurso tierra. Esta metodología es la indicada en la guía metodológica del MADS y se resume en la Figura 3.1.

Figura 3.1. Determinación de conflictos por el uso de la tierra



Fuente: MADS (2014, p. 116)

Es de resaltar, que la metodología de capacidad de uso tiene por objeto determinar con precisión la potencialidad de uso de cada unidad de tierra sobre la base de la identificación de las características que permiten determinar áreas para adelantar alguna u otra actividad, bajo el criterio de la sostenibilidad y la preservación de los recursos asociados a las unidades de tierras dentro de la cuenca, sin tener presente como método, las condiciones legales o de normatividad especial que afectan el territorio de la misma, los cuales harán parte de la zonificación ambiental, etapa posterior del POMCA.

Para tal fin se usó la información temática obtenida de los análisis de la clasificación por capacidad de usos de las tierras (mapa escala 1:25 000) y coberturas de la tierra (mapa escala 1:25 000), como se mencionó, estas cartas temáticas fueron cruzadas espacialmente para generar la salida cartográfica de conflictos de uso de las tierras en la cuenca; posterior al trabajo realizado se llevó a cabo la calificación de los conflictos de uso mediante una matriz bidimensional de decisión, la cual permite confrontar cada par de unidades cartográficas de capacidad de uso y cobertura actual en un mismo nivel para cada polígono, como ejemplo citamos las tierras de la clase 4, grupo de capacidad 4es-1, los cuales deberían tener como uso adecuado dadas sus limitaciones por erosión moderada y texturas gruesas los sistemas agrosilvícolas (AGS); con esta definición de uso, se compara con cuales polígonos de coberturas y usos actuales se cruza; de esta manera se confrontan símbolos equivalentes para poder determinar cuántos niveles de diferencia tiene y así poder definir el grado del conflicto, se tiene entonces, que si la capacidad de uso determina que las tierras son aptas para sistemas agrosilvícolas y el uso actual determina que ese mismo polígono está en pastos limpios, que corresponden uso a un pastoreo extensivo (equivalente a un PEX) se determina que el uso actual está por encima del recomendado y se presenta entonces un conflicto por sobre utilización, continuando con la calificación, si el polígono tiene un uso en pastos arbolados se tiene que se acerca mucho al uso sugerido y no presenta conflictos y por tanto ese polígono tiene un uso adecuado, si el polígono presenta un uso por debajo

del recomendado como por ejemplo algún tipo de cobertura natural se considera que el polígono está en una sub utilización; en la Figura 3.2 se puede apreciar la calificación asignada a estos polígonos.

Figura 3.2. Ejemplo de calificación para cruce de polígonos

Nivel 1 CLC	Nivel 3 CLC	LEYENDA_3N	4es-1
			Sistemas silvopastoriles
			SPA
1	111	Tejido urbano continuo	
	112	Tejido urbano discontinuo	
	121	Zonas industriales o comerciales	
	122	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	
	124	Aeropuertos	
	125	Obras hidráulicas	
	131	Zonas de extracción minera	
	132	Zonas de disposición de residuos	
	141	Zonas verdes urbanas	
	142	Instalaciones recreativas	
2	211	Otros cultivos transitorios	O2
	213	Oleaginosas y leguminosas	
	215	Tubérculos	
	221	Cultivos permanentes herbáceos	
	223	Cultivos permanentes arbóreos	
	231	Pastos limpios	O1
	232	Pastos arbolados	ADE
	233	Pastos enmalezados	O1
	241	Mosaico de cultivos	O1
	242	Mosaico de pastos y cultivos	ADE

Para calificar el conflicto por uso de la tierra se elaboró una matriz bidimensional de decisión, la cual permite confrontar por un lado las unidades de capacidad expresadas como los usos principales propuestos y por el otro lado las unidades de coberturas expresadas como los usos actuales de la tierra; dicha matriz se elaboró con 23 columnas que expresan el uso principal propuesto de acuerdo con los grupos de capacidad resultantes expresados como uso propuesto y 45 filas que expresan los usos actuales de la tierra identificados en toda la cuenca; de este cruce resultaron 294 cruces efectivos que fueron calificados de acuerdo con la metodología.

La Tabla 3.1 muestra un fragmento de la matriz, en la cual se detalla la manera como se completó dicha matriz y se evaluó ordenadamente la oferta biofísica y la demanda actual del suelo, como resultante de la superposición (comparación) de las mismas.

Tabla 3.1. Fragmento de la matriz de calificación de conflictos

Nivel 1 CLC	Nivel 3 CLC	LEYENDA_3N	3c-1	3c-2	3hsc-1	3pc-1	3psc-1	3sc-1	4e-1.	4es-1	4p-1	4pe-1	4pes-1	4ps-1
			CTI	CPI	CPS	CPS	CPS	CPI	AGS	SPA	CPS	AGS	AGS	CPS
1	111	Tejido urbano continuo												
	112	Tejido urbano discontinuo												
	121	Zonas industriales o comerciales												
	122	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados												
	124	Aeropuertos												
	125	Obras hidráulicas												
	131	Zonas de extracción minera												
	132	Zonas de disposición de residuos												
	141	Zonas verdes urbanas												
	142	Instalaciones recreativas												
2	211	Otros cultivos transitorios		O1		O1	O1	O1		O2				O1
	213	Oleaginosas y leguminosas												
	215	Tubérculos					O1							
	221	Cultivos permanentes herbáceos				ADE								
	223	Cultivos permanentes arbóreos		ADE		ADE		ADE	ADE					
	231	Pastos limpios	S2	S1	S2	S2	S2	S2	O1	O1	S2	O1	O1	S2
	232	Pastos arbolados	S2	S1		S2	S2	S2	ADE	ADE	S2	ADE	ADE	S2
	233	Pastos enmalezados	S2	S1		S2	S2	S2	O1	O1	S2	O1	O1	S2
	241	Mosaico de cultivos		ADE		S1	S1	S1	O1	O1	S1	S1	O1	S1
	242	Mosaico de pastos y cultivos		ADE					O1	ADE			O1	
	243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	ADE	ADE		S1	S1	ADE	ADE	ADE	S1	S1	ADE	S1
	244	Mosaico de pastos con espacios naturales		S1		S1	S1	S1	ADE	ADE	S1	S1	ADE	S1
	245	Mosaico de cultivos y espacios naturales	ADE	S1		S1	S1	S1	ADE	ADE	S1	S1	ADE	S1

Nota: CTI: Cultivos transitorios intensivos, CPS: Cultivos permanentes semiintensivos, CPI: Cultivos permanentes intensivos, AGS: Sistemas agrosilvícolas, SPA: Sistemas silvopastoriles, ADE: Adecuado
S1: Subutilización ligera, S2: Subutilización moderada, S3: Subutilización severa, O1: Sobreutilización ligera, O2: Sobreutilización moderada, O3: Sobreutilización severa

3.1.2. Definición de los tipos de conflicto por uso de la tierra

De la comparación de los dos aspectos mencionados anteriormente, resulta la definición de concordancia o discrepancia en el uso y se le asigna una calificación de la siguiente manera; cuando se presenta concordancia quiere decir que el uso de la tierra no presenta conflicto con su capacidad de uso, o sea que es adecuado. Cuando se presenta discrepancia, quiere decir que el uso que se le está dando al recurso no es el adecuado; se pueden obtener dos tipos de resultado que son la subutilización y la sobreutilización; en cada uno de los resultados se debe determinar el grado de intensidad del conflicto.

3.1.2.1. Tierras sin conflictos de usos o uso adecuado (A)

Bajo esta categoría se califica a las tierras donde la capacidad de uso de la tierra dominante guarda correspondencia con la vocación de uso principal o con un uso compatible. El uso

actual no causa deterioro ambiental, lo cual permite mantener actividades adecuadas y concordantes.

3.1.2.2. Tierras con conflictos por subutilización (S)

Calificación dada a las tierras donde la capacidad de uso de la tierra dominante corresponde a un nivel inferior de intensidad de uso, si se compara con la vocación de uso principal o la de los usos compatibles. Se diferencian tres tipos de intensidad:

3.1.2.2.1. Subutilización ligera (S1)

Tierras cuyo uso actual es muy cercano al uso principal, por ende, a los usos compatibles pero que se ha evaluado como de menor intensidad al recomendado.

3.1.2.2.2. Subutilización moderada (S2)

Tierras cuyo uso actual está por debajo, en dos niveles de la capacidad de uso de la tierra principal recomendada, según la capacidad de producción de las tierras

3.1.2.2.3. Subutilización severa (S3)

Tierras cuyo uso actual está muy por debajo, en tres o más niveles de la capacidad de uso de la tierra de uso principal recomendada.

3.1.2.3. Tierras con conflictos por sobreutilización (O)

Calificación dada a las tierras donde el uso actual dominante es más intenso en comparación con la vocación de uso principal natural asignado a las tierras, de acuerdo con sus características agroecológicas. Se diferencian tres tipos de intensidad:

3.1.2.3.1. Sobreutilización ligera (O1)

Tierras cuyo uso actual está cercano al uso principal, pero que se ha evaluado con un nivel de intensidad mayor al recomendado y por ende al de los usos compatibles.

3.1.2.3.2. Sobreutilización moderada (O2)

Tierras en las cuales el uso actual se encuentra por encima, en dos niveles, de la capacidad de uso de la tierra principal recomendada, según la capacidad de producción de las tierras. Es frecuente encontrar rasgos visibles de deterioro de los recursos, en especial la presencia de procesos erosivos activos.

3.1.2.3.3. Sobreutilización severa (O3)

Tierras en las cuales el uso actual supera en tres o más niveles, la clase de la capacidad de uso de la tierra principal recomendado, presentándose evidencias de degradación avanzada de los recursos, tales como procesos erosivos severos, disminución marcada de la productividad de las tierras, procesos de salinización, entre otros.

3.1.3. Conflictos por uso de la tierra en la Cuenca de la Ciénaga de Mallorcaín y Arroyos Grande y León

Con el fin de determinar los conflictos de uso de las tierras en la cuenca de la Ciénaga de Mallorcaín y los arroyos Grande y León, se partió del desarrollo metodológico propuesto anteriormente y que está basado en el modelo conceptual propuesto en la guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas. En esta se requiere, por una parte, identificar y establecer la oferta ambiental de las tierras en términos de la capacidad de uso de los suelos y la demanda de recursos en términos de coberturas y usos de la tierra, las cuales se cruzan en una matriz como se explicó anteriormente, de esa matriz se obtiene la leyenda de conflictos por uso de las tierras de la cuenca de la Ciénaga de Mallorcaín y los arroyos Grande y León, en la Tabla 3.2 se muestra un fragmento de la leyenda y en la Figura 3.4 se muestra la distribución geográfica del uso adecuado y los conflictos por uso, también en la Figura 3.3 se muestra la distribución porcentual.

Tabla 3.2. Leyenda conflictos por uso del suelo cuenca Ciénaga de Mallorcaín y arroyos Grande y León.

Conflicto de Uso	Símbolo	Área Ha	Área %
Tierras sin conflictos de uso o uso adecuado: Bajo esta categoría se califica a las tierras donde la capacidad de uso de la tierra dominante guarda correspondencia con la vocación de uso principal o con un uso compatible. El uso actual no causa deterioro ambiental, lo cual permite mantener actividades adecuadas y concordantes	A	2.872,11	10%
Tierras en conflicto por subutilización ligera: Corresponde a las tierras en las que el uso actual, están próximas a la capacidad de uso de tierras, manifestando una ligera inconsistencia, evidenciando un nivel de explotación del recurso por debajo del recomendado, con el consiguiente, baja utilización del recurso suelo, teniendo productividad diferente a la potencial de los suelos.	S1	2.339,61	8%
Tierras en conflicto por subutilización moderada: Se establece en las tierras en las cuales el uso actual se encuentra de forma moderada por debajo de la capacidad de uso de las tierras, afectando los niveles de productividad de los suelos medianamente un uso inadecuado del recurso; aunque no hay pérdida del recurso como tal, si se evidencian factores de uso inadecuado del recurso y se desaprovechan las propiedades potenciales de producción del suelo.	S2	5.244,71	18%
Tierras en conflicto por subutilización severa: Identifica las tierras que presentan usos actuales inadecuados totalmente contrarios a la capacidad de uso de las tierras, subutilizando el recurso natural en un grado severo; los suelos no son utilizados correctamente según su uso potencial; no hay deterioro del recurso, pero puede presentar conflictos de carácter social muy graves.	S3	9.322,76	32%
Sobreutilización ligera: tierras cuyo uso actual está cercano al uso principal, pero que se ha evaluado con un nivel de intensidad mayor al recomendado y por ende al de los usos compatibles.	O1	723,53	2%



Conflicto de Uso	Símbolo	Área Ha	Área %
Sobreutilización moderada: tierras en las cuales el uso actual se encuentra por encima, en dos niveles, de la capacidad de uso de la tierra principal recomendada, según la capacidad de producción de las tierras. Es frecuente encontrar rasgos visibles de deterioro de los recursos, en especial la presencia de procesos erosivos activos.	O2	212,40	1%
Sobreutilización severa: tierras en las cuales el uso actual supera en tres o más niveles, la clase de la capacidad de uso de la tierra principal recomendado, presentándose evidencias de degradación avanzada de los recursos, tales como procesos erosivos severos, disminución marcada de la productividad de las tierras, procesos de salinización, entre otros.	O3	275,23	1%
No Aplica	NA	8.537,27	29%
Total		29.572,62	100%

Figura 3.3. Distribución porcentual del uso adecuado y los conflictos por uso de las tierras.

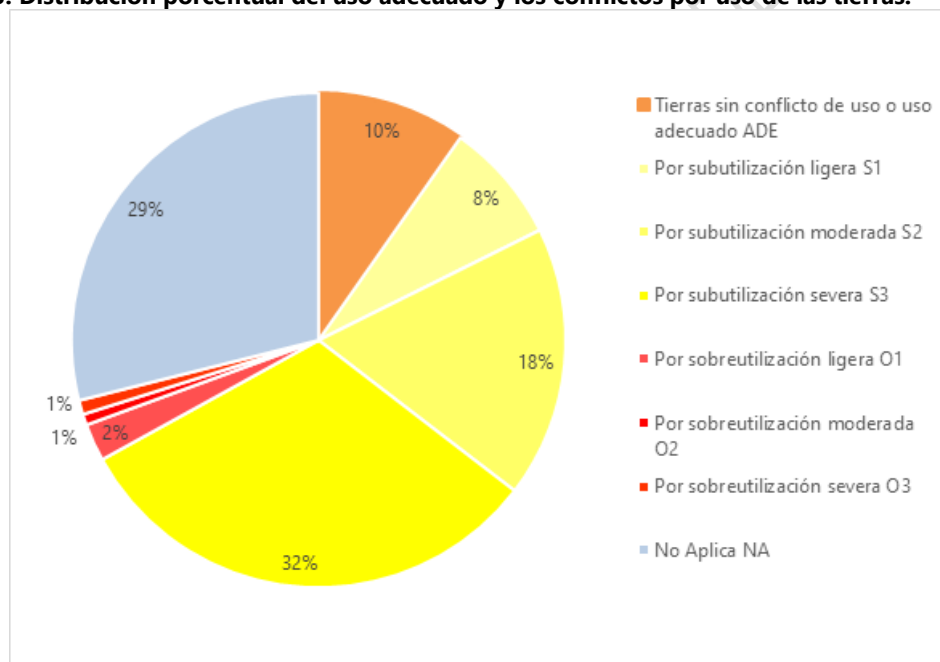
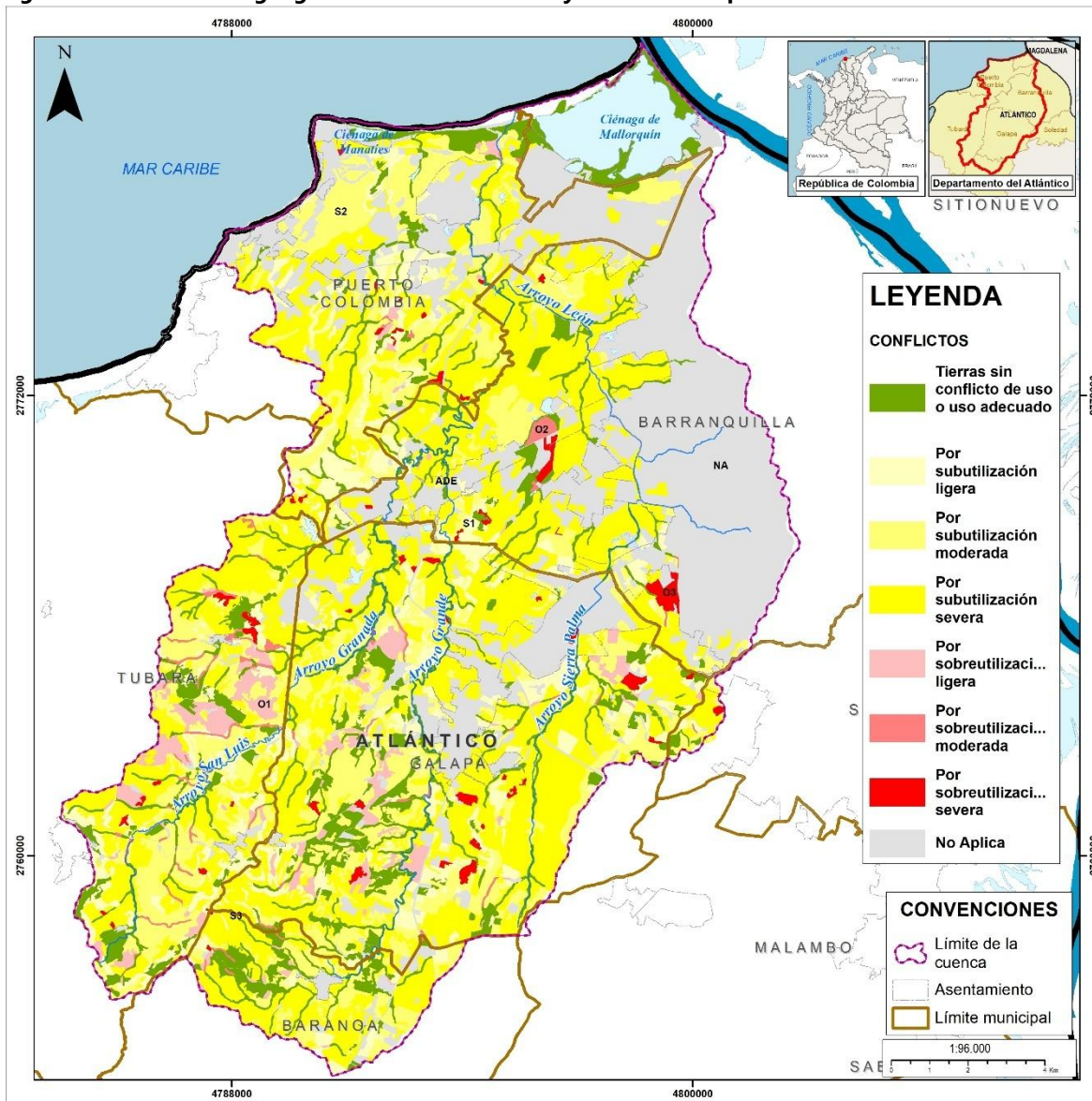


Figura 3.4. Distribución geográfica del uso adecuado y los conflictos por uso de las tierras



3.1.3.1. Tierras sin conflicto o con uso adecuado (A).

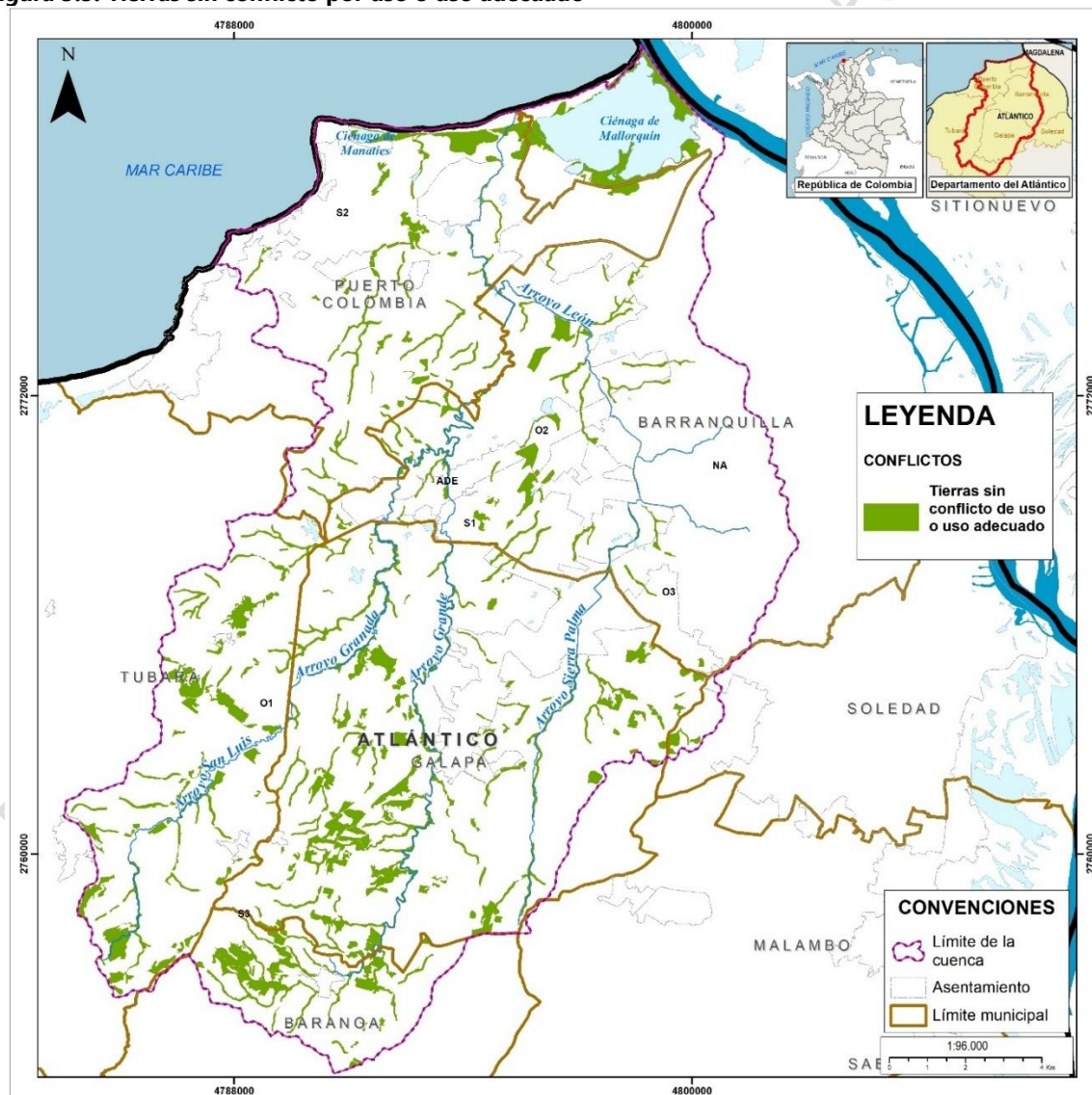
Como se mencionó anteriormente bajo esta premisa se califican las tierras donde el sistema productivo dominante o el uso actual guarda correspondencia con la capacidad de uso establecida; este uso actual no causa deterioro en el medio edáfico lo cual permite mantener las actividades que se desarrollan actualmente.

Estas áreas se caracterizan porque las condiciones ambientales son propicias para el desarrollo de las actividades agrícolas, pecuarias y de conservación de la naturaleza y sistemas agrosilvícolas, que se ejecutan actualmente, por lo tanto, se debe propender por mantener este equilibrio entre la oferta y la demanda de recursos naturales, previniendo de este modo que se generen nuevas áreas con conflictos de uso de las tierras. Para un mayor

entendimiento, se encontraron cruces cartográficos como por ejemplo tierras que tienen aptitud para los cultivos transitorios intensivos y actualmente se encuentran bajo diferentes cultivos transitorio; también se encontraron polígonos cuyo uso propuesto corresponde a sistemas agrosilvícolas y efectivamente los habitantes de la cuenca los están utilizando en mosaicos de cultivos asociados a espacios naturales que conllevan a calificar como sin conflicto estas áreas; también se encontraron áreas cuyo uso propuesto corresponde a la conservación y el mapa de coberturas efectivamente muestra un uso en herbazales y arbustales que corresponde a un uso adecuado.

Las tierras sin conflicto de uso ocupan 2.872,11 hectáreas que corresponden al 10% del área de la cuenca, en la Figura 3.5 se presenta espacialmente la distribución de las tierras en uso adecuado.

Figura 3.5. Tierras sin conflicto por uso o uso adecuado



De una manera más específica se tiene en la Tabla 3.3 la distribución de las tierras sin conflicto en cada uno de los municipios que conforman la cuenca.

Tabla 3.3. Distribución de las tierras sin conflicto por municipio

MUNICIPIO	ÁREA SIN CONFLICTO (Ha)	% DENTRO DEL MUNICIPIO
BARANOA	285,72	10,01
BARRANQUILLA	607,90	21,29
GALAPA	1.022,55	35,82
PUERTO COLOMBIA	422,28	17,79
SOLEDAD	18,52	0,65
TUBARÁ	497,78	17,44
TOTAL GENERAL	2.854,75	100

3.1.3.2. Conflicto por subutilización de las tierras (S)

En esta unidad se han incluido las tierras en las que el sistema productivo dominante está en niveles inferiores de intensidad de uso si se compara con la capacidad de uso propuesta. En estas áreas el uso actual es menos intenso en comparación con la mayor actividad productiva de las tierras, llevando a que la demanda sea inferior a la oferta edáfica.

En la cuenca los conflictos por subutilización se presentan en las áreas menos inclinadas en donde la actividad principal obedece a una ganadería de tipo extensivo, pero las tierras pueden tener un uso más intensivo, así sea en la misma ganadería mediante el manejo de los potreros como rotación, mejoramiento genético y otras actividades que generan mayores ingresos a los propietarios de las fincas y mayor mano de obra para la población.

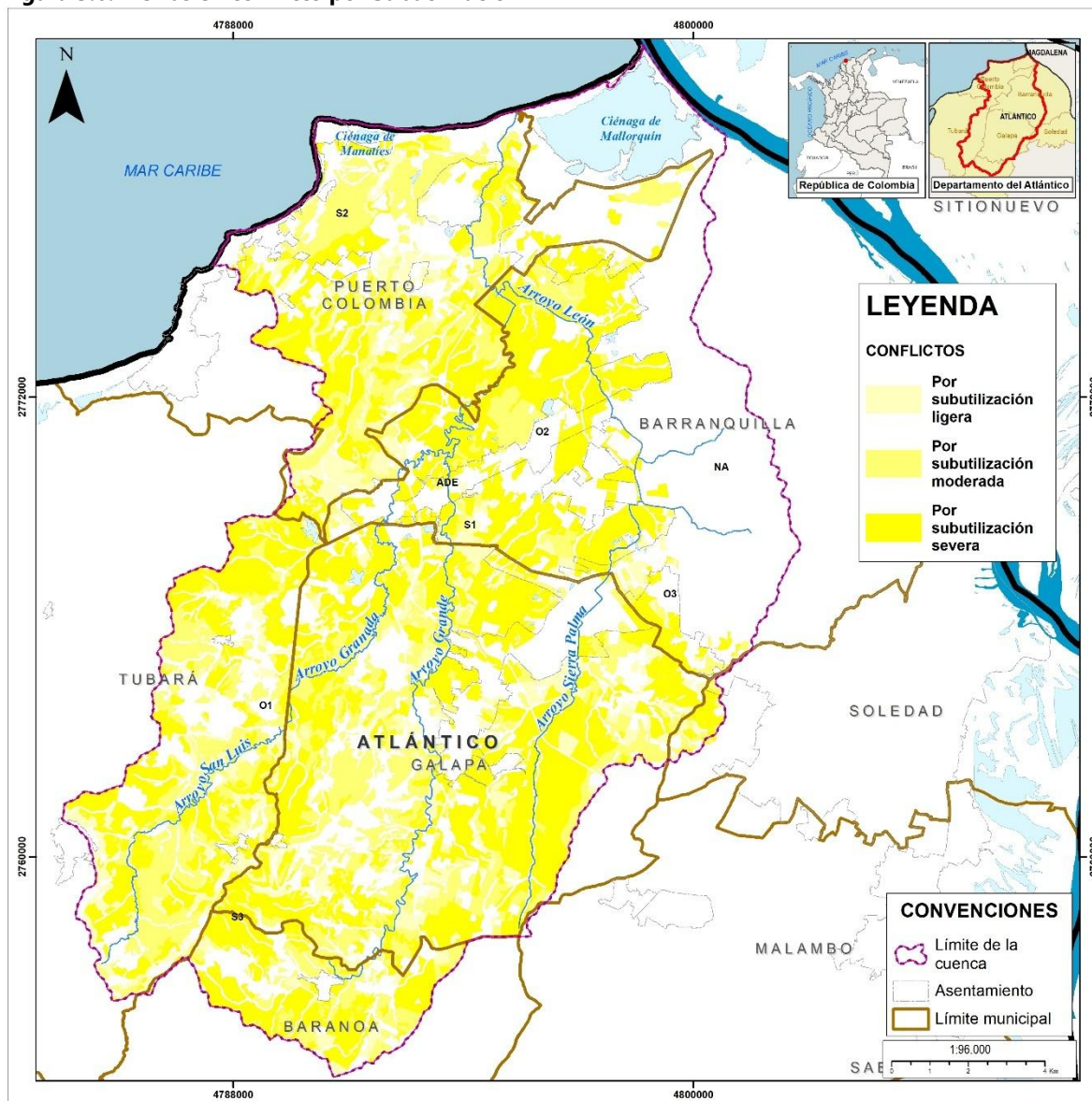
De una manera más específica se tiene en la Tabla 3.4 la distribución de las tierras con subutilización en cada uno de los municipios que conforman la cuenca.

Tabla 3.4. Distribución de las tierras en conflicto por Subutilización.

MUNICIPIO	ÁREA CON SUBUTILIZACIÓN (Ha)	% DENTRO DEL MUNICIPIO
BARANOA	1.156,99	6,84
BARRANQUILLA	2.975,22	17,59
GALAPA	6.246,33	36,94
PUERTO COLOMBIA	3.328,26	19,68
SOLEDAD	121,52	0,71
TUBARÁ	3.078,76	18,20
TOTAL GENERAL	16.907,07	100

Las tierras con conflicto de uso por subutilización ocupan 16.907,07 hectáreas que corresponden al 57% del área de la cuenca, en la Figura 3.6 se presenta espacialmente la distribución de las tierras en conflicto por subutilización.

Figura 3.6. Tierras en conflicto por Subutilización



3.1.3.3. Conflicto por sobreutilización de las tierras (O)

El conflicto de uso por sobreutilización incluye las tierras en las que el uso actual dominante es más intenso en comparación con la capacidad de usos natural asignado de acuerdo con características edafológicas y ambientales. En estas tierras los usos actuales predominantes hacen un aprovechamiento más intensivo, de lo que el suelo ofrece por su capacidad natural, esto hace que se presente un aprovechamiento inadecuado del suelo ocasionando el deterioro de este al hacer que la demanda sea mayor que la oferta.

Lo anterior obliga a llevar a cabo, acciones encaminadas al restablecimiento de coberturas vegetales en algunos sectores con el fin de evitar el fraccionamiento de los ecosistemas

estratégicos que se han venido alterando a través del tiempo, ocasionando una interrupción en los flujos de energía y en los ciclos de la materia y el agua; esto ha dado como resultado la degradación ecológica de algunos espacios físicos y por tanto una alteración del sistema natural. Dichos espacios degradados se tipificaron durante el trabajo de campo con la presencia de ganadería y pérdida de la cobertura vegetal que protege el suelo, así como también actividades agrícolas transitorias en sectores donde la pendiente es bastante pronunciada, lo que ocasiona la caída de materiales y por lo tanto pérdidas de los horizontes superficiales de suelo.

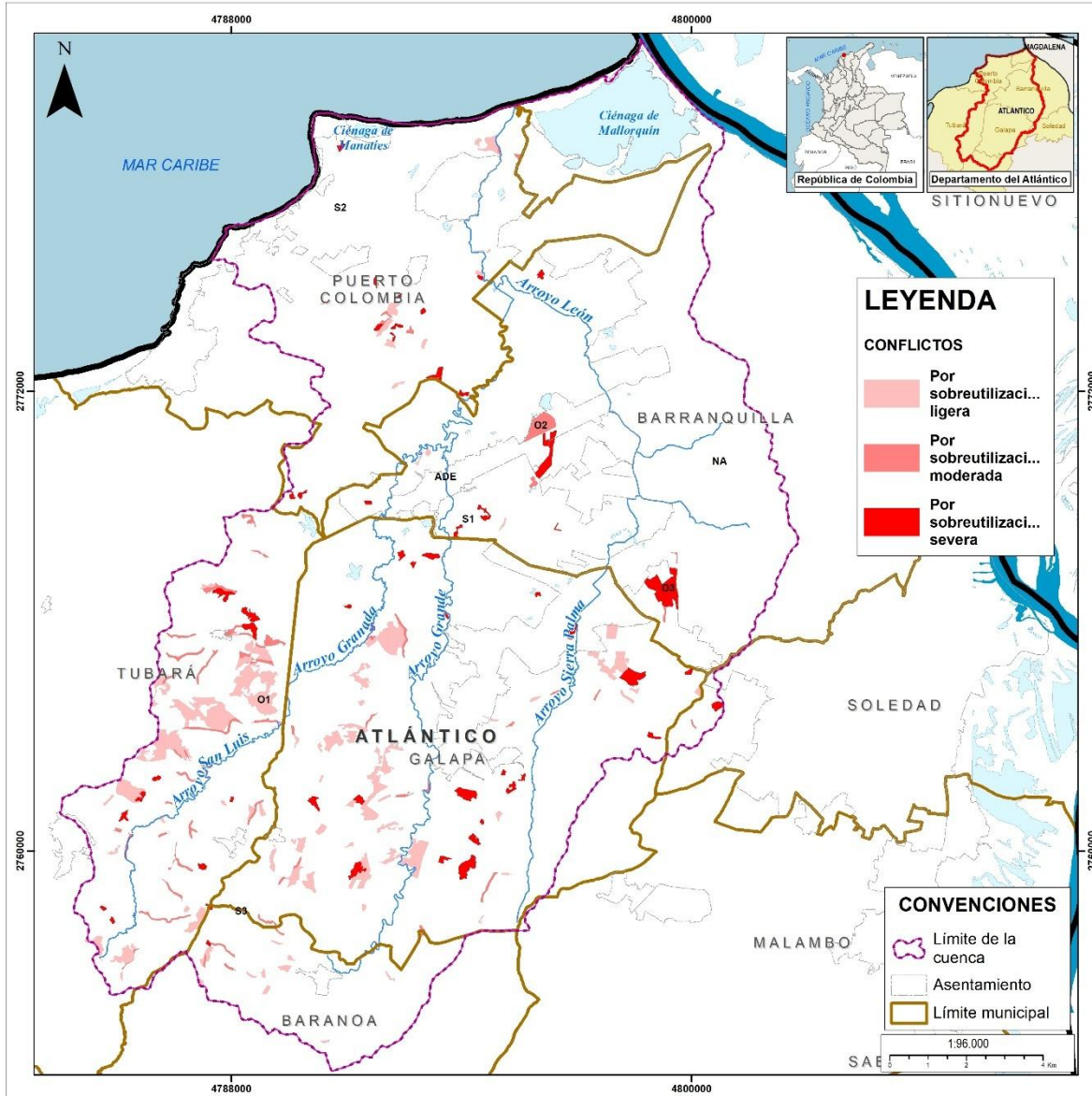
De una manera más específica se tiene en la Tabla 3.5 la distribución de las tierras con sobreutilización en cada uno de los municipios que conforman la cuenca, en esta se aprecia que los municipios que mayor área presentan en conflicto por sobreutilización son Galapa y Tubará.

Tabla 3.5. Distribución de las tierras en conflicto por Sobreutilización

MUNICIPIO	ÁREA CON SOBREUTILIZACIÓN (Ha)	% DENTRO DEL MUNICIPIO
BARANOA	37,12	3,06
BARRANQUILLA	130,14	10,74
GALAPA	465,56	38,43
PUERTO COLOMBIA	81,30	6,71
SOLEDAD	6,54	0,54
TUBARÁ	490,50	40,49
TOTAL GENERAL	1.211,16	100

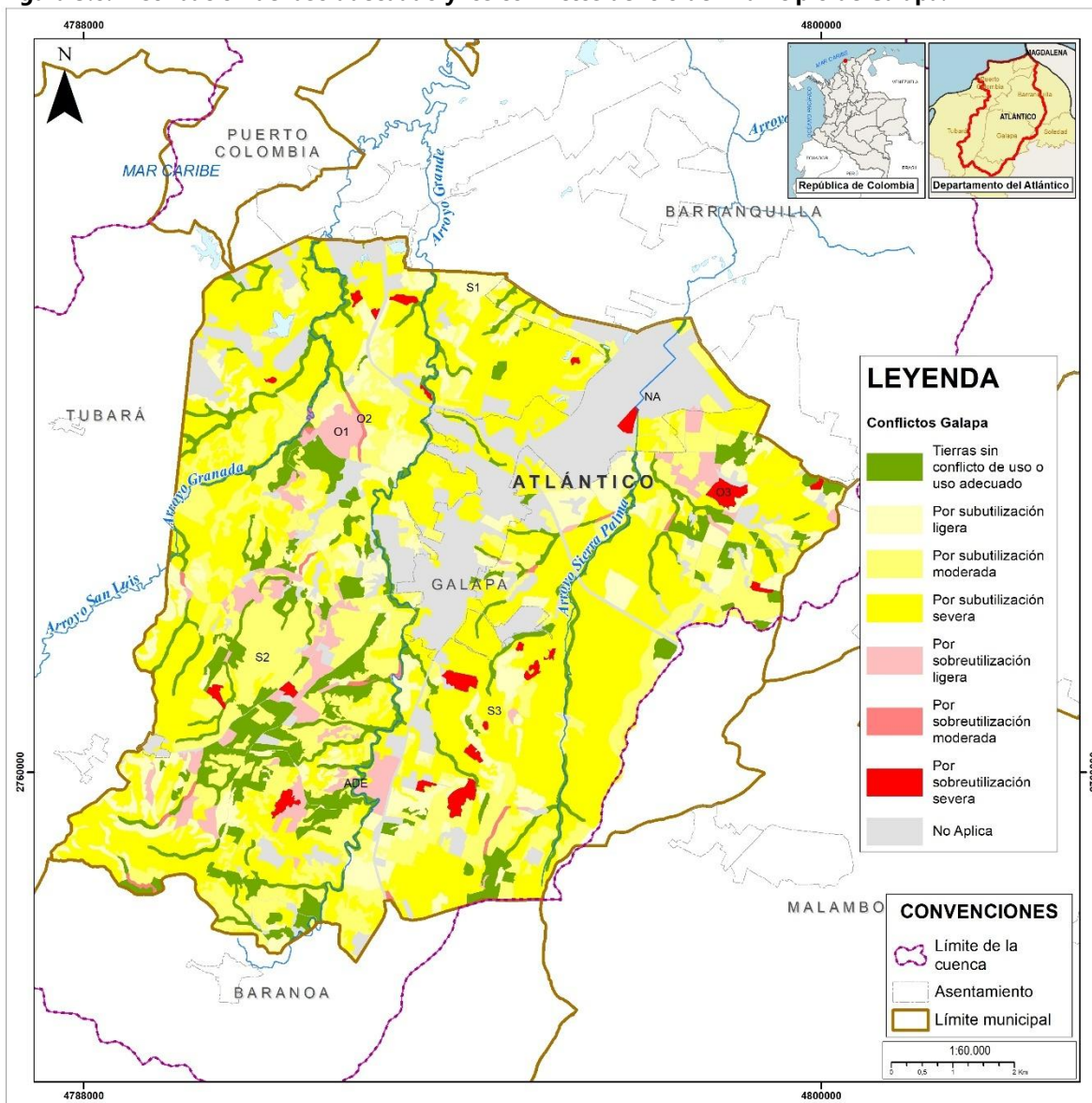
Estas tierras ocupan 1.211,16 hectáreas que corresponden 4% del área de la cuenca, en la Figura 3.7 se presenta espacialmente la distribución de las tierras con sobreutilización; se presenta la participación municipal de las tierras sobreutilizadas.

Figura 3.7. Tierras en conflicto por Sobreutilización.



A continuación, de una manera más detallada se muestra en la figura la distribución de los conflictos en el municipio de Galapa ya que este es el que mayor porcentaje de su territorio está localizado dentro de la cuenca.

Figura 3.8. Distribución del uso adecuado y los conflictos dentro del municipio de Galapa.



En la Figura 3.9 se muestra la distribución de los conflictos en el municipio de Puerto Colombia y en la Figura 3.10 los del municipio de Barranquilla, se anota que las áreas son solamente las que están ubicadas dentro de la cuenca y no de toda el área municipal.

Figura 3.9. Distribución del uso adecuado y los conflictos dentro del municipio de Puerto Colombia

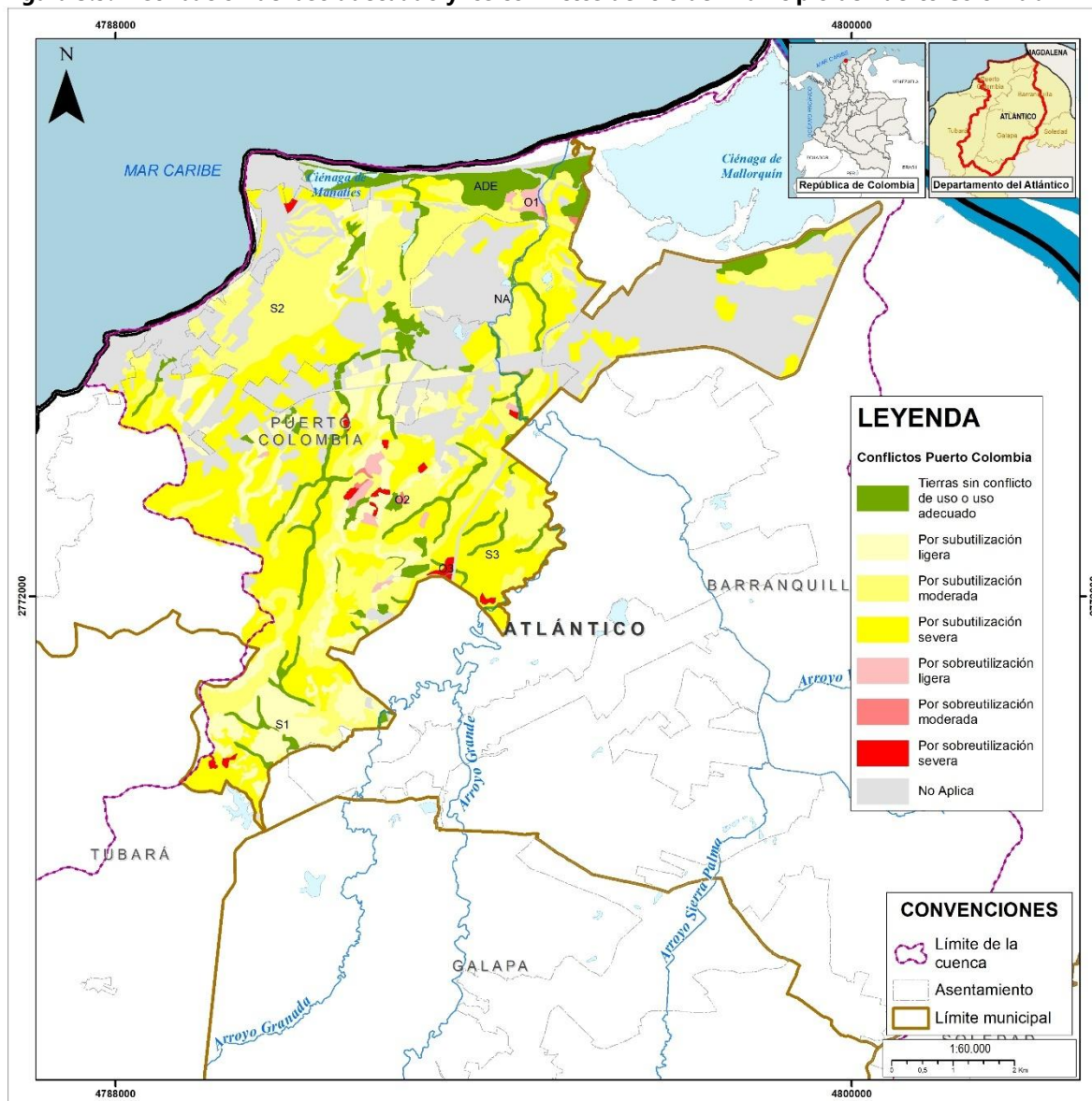
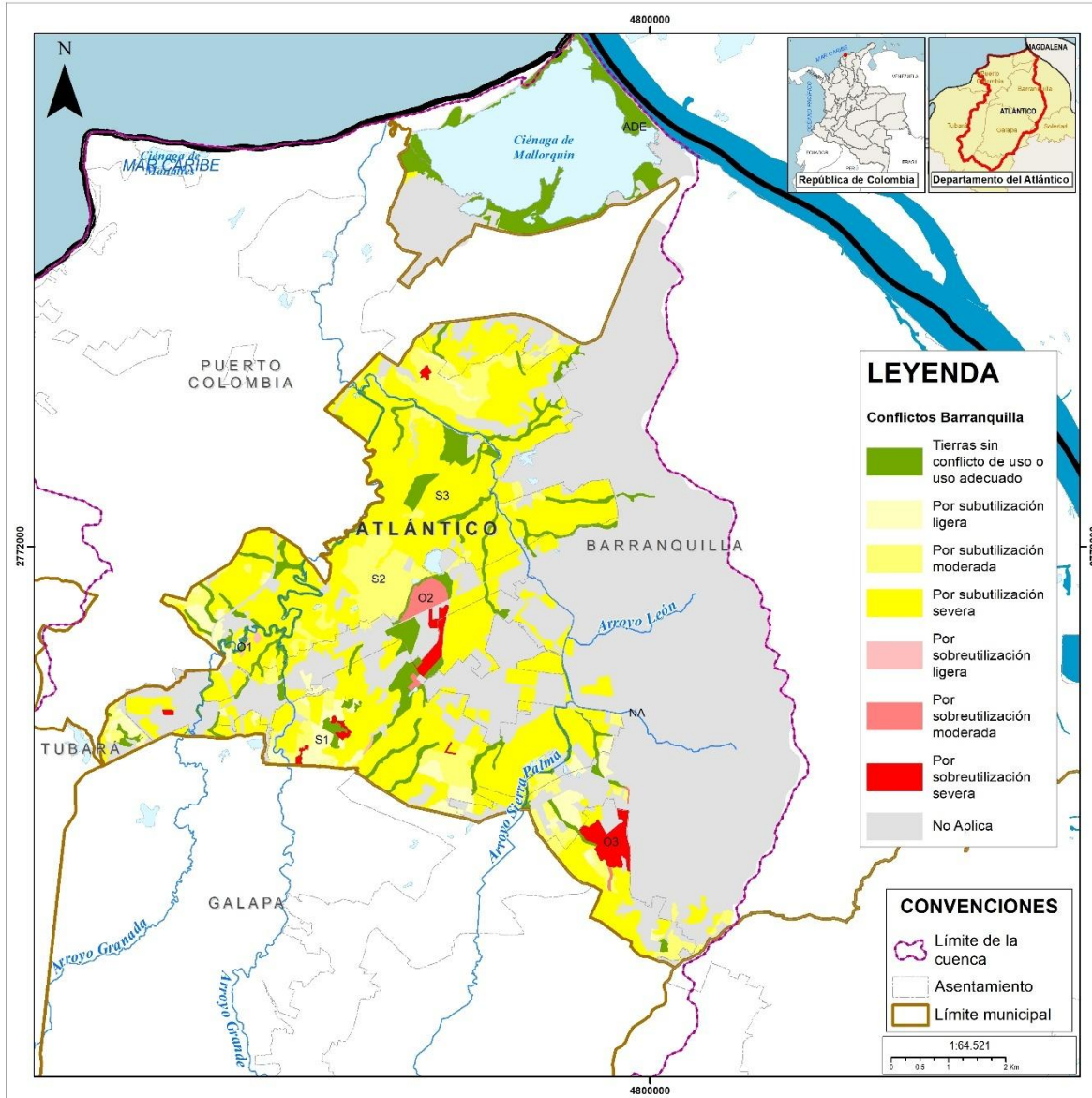


Figura 3.10. Distribución del uso adecuado y los conflictos dentro del municipio de Barranquilla.



En la Figura 3.11 se aprecia la distribución de los conflictos en el municipio de Baranoa, en la Figura 3.12 la del municipio de Tubará y finalmente en la Figura 3.13 la distribución de los conflictos en el municipio de Soledad.

Figura 3.11. Distribución del uso adecuado y los conflictos dentro del municipio de Baranoa

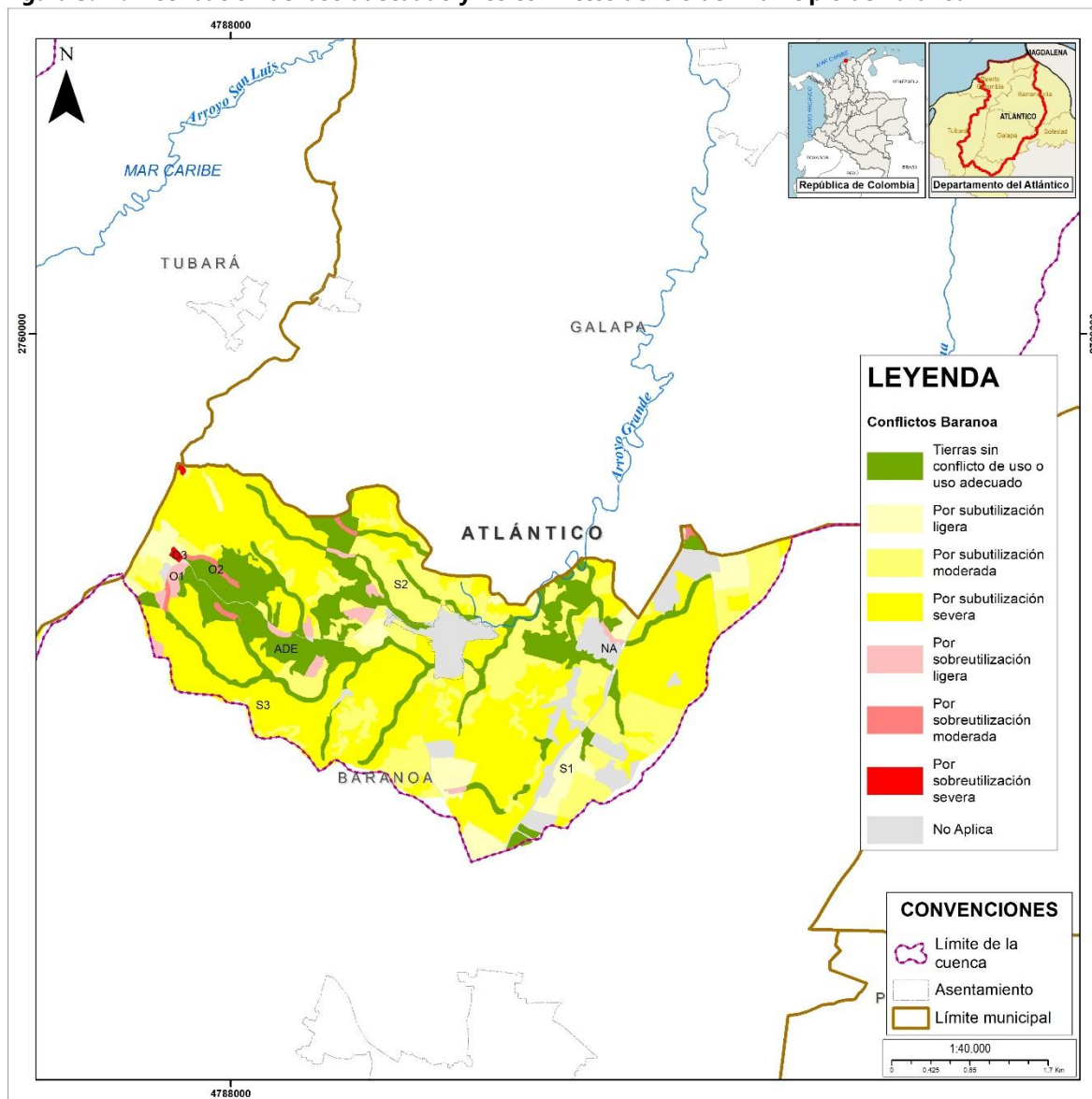




Figura 3.12. Distribución del uso adecuado y los conflictos dentro del municipio de Tubará.

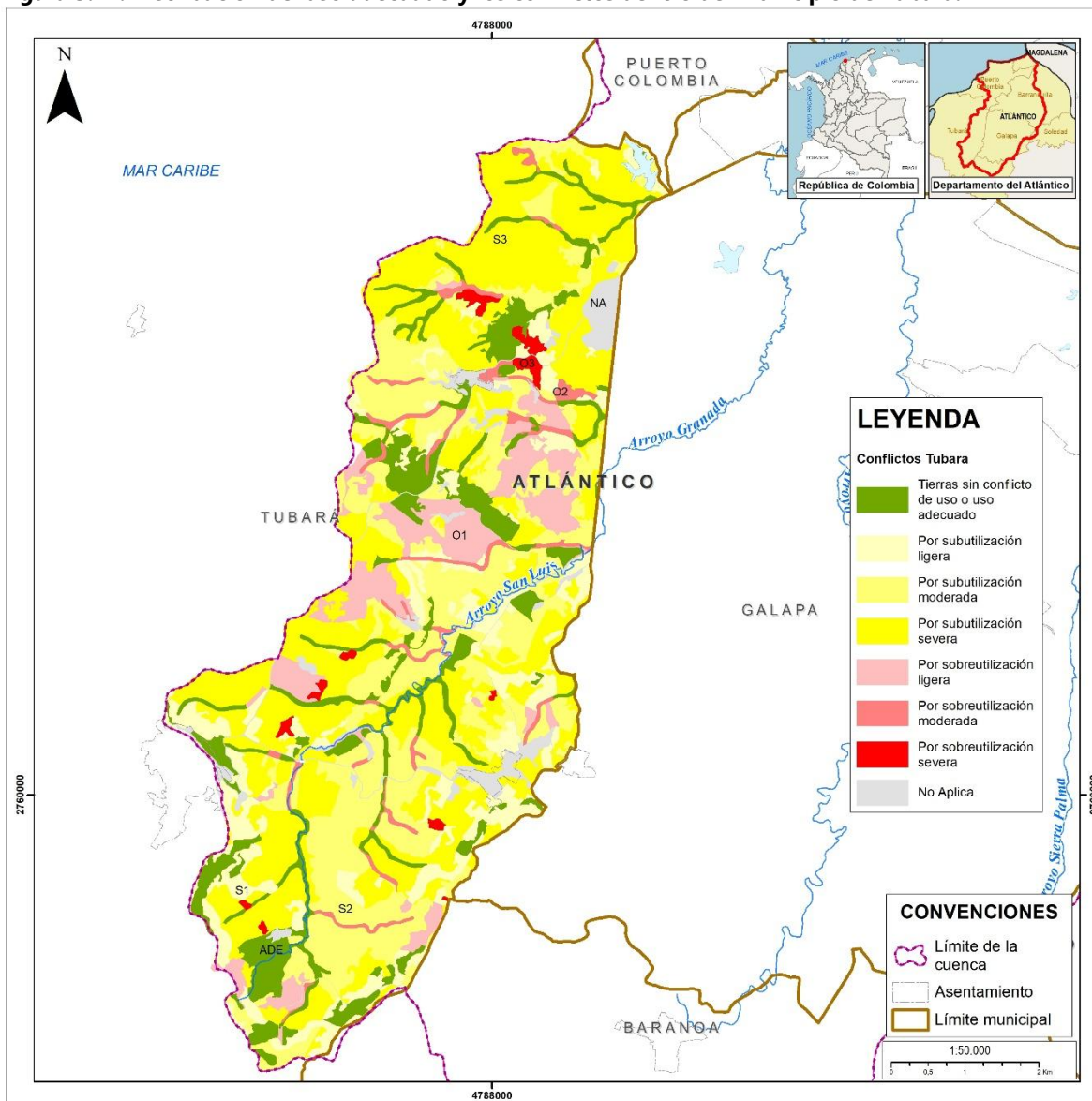
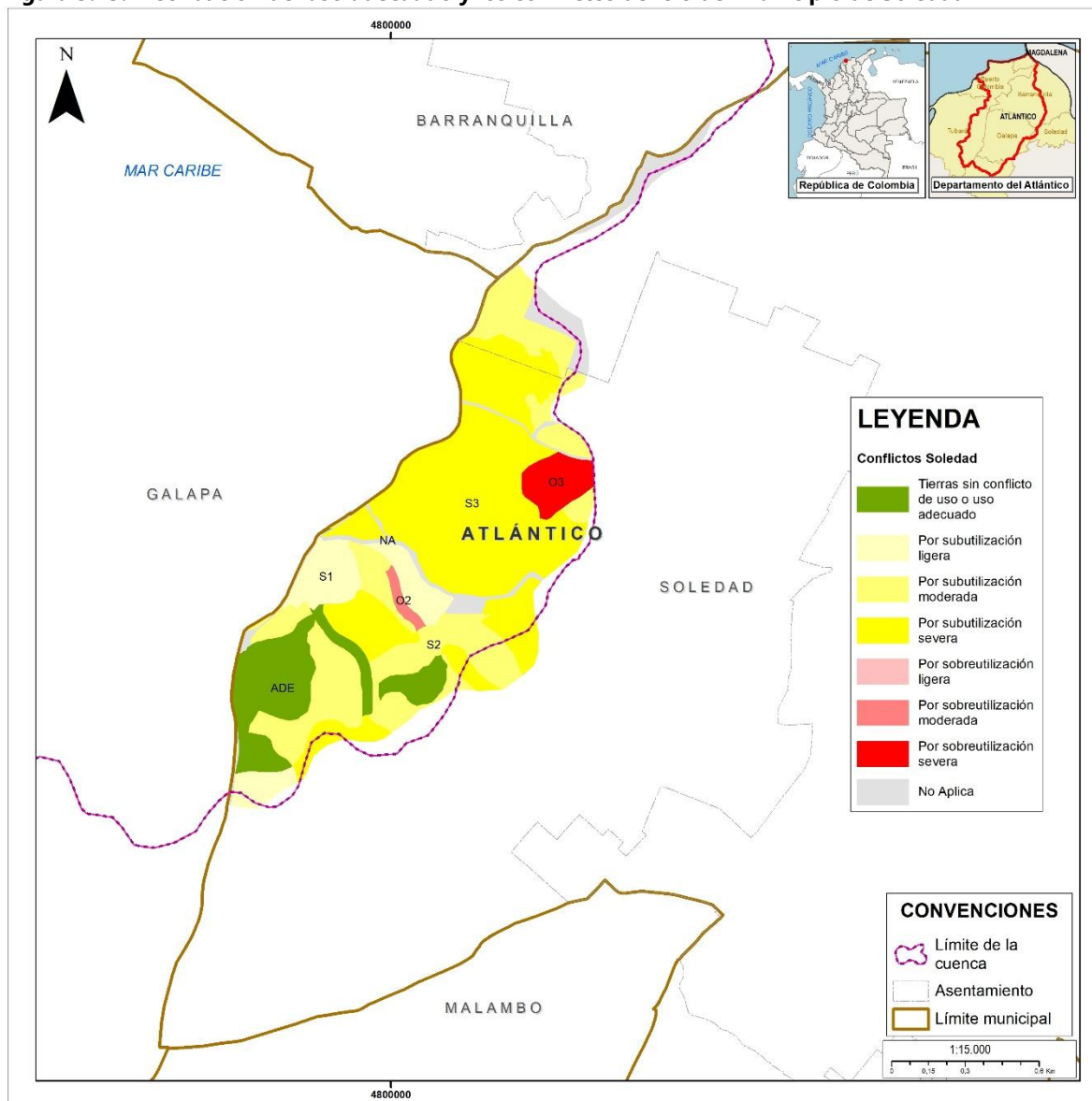


Figura 3.13. Distribución del uso adecuado y los conflictos dentro del municipio de Soledad



3.1.4. Síntesis de los conflictos por uso de la tierra

El uso inadecuado de los suelos en la cuenca de la Ciénaga de Mallorcaín y los Arroyos Grande y León es un problema que ha generado impactos ambientales negativos en algunas zonas. Mediante el uso de los sistemas de información geográfica, se ha realizado un análisis detallado de la situación actual de los suelos en la cuenca, identificando áreas de mayor vulnerabilidad y riesgo. Se ha encontrado que actividades como la deforestación, la agricultura intensiva y la urbanización descontrolada están contribuyendo a la degradación de los suelos en la cuenca. Esto ha generado la pérdida de biodiversidad, la disminución de la calidad del agua y la erosión del suelo, entre otros problemas ambientales

Se observa que un porcentaje muy pequeño de la cuenca (10%) presenta un uso adecuado, es decir, un equilibrio entre uso actual y uso potencial. Los conflictos por subutilización se encuentran en una significativa proporción del 57%, mientras que por sobreutilización se tiene el apenas el 4%. En el resto de la cuenca (29%) no son aplicables los criterios de conflictos de uso ya que obedecen a espacios que no cuentan con suelo en su superficie como por ejemplo las zonas urbanas, los cauces de los arroyos, los cuerpos de agua como la ciénaga y sobre todo la alteración de la capa de suelo para dedicar áreas a procesos de urbanización. En la sobreutilización, es importante destacar la sobreutilización severa que alcanza el 1% de la cuenca, es decir la discrepancia entre la aptitud y el uso es muy marcada. En consecuencia, el POMCA debe buscar en el mediano y largo plazo revertir la situación de sobreutilización, sobre todo del moderado y severo, logrando que la población adopte usos y manejos más acordes con la aptitud del suelo. El sobreuso severo afecta sobre todo las áreas aptas para sistemas forestales protectores (FPR) y las áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE), localizadas en las zonas de mayor pendiente de las laderas, a causa principalmente del pastoreo intensivo y extensivo; el sobreuso moderado afecta sobre todo los sistemas agrosilvícolas (AGS), sistemas agrosilvopastoriles (ASP), sistemas silvopastoriles (SPA) y sistema forestal productor (FPD), en las partes planas, a causa en especial del pastoreo intensivo, los cultivos permanentes semi-intensivos y el pastoreo extensivo. La subutilización, por su parte, afecta sobre todo las mejores tierras de la cuenca, aptas para cultivos transitorios intensivos (CTI), cultivos transitorios semi-intensivos (CTS), cultivos permanentes intensivos (CPI), y pastoreo semi-intensivo (PSI).



3.2. Conflicto por uso del agua

Para la determinación del conflicto por uso del agua debe revisarse de manera integrada la situación actual de presión sobre la oferta hídrica -expresada a través del Índice de Uso del agua (anteriormente denominado de escasez)- y sobre la calidad del agua -expresada en el Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua-, con base en la matriz de decisión que se muestra en la Tabla 3.6

Tabla 3.6. Matriz para la evaluación de conflictos por uso del recurso hídrico

IUA	IACAL	Categoría de Conflicto
Muy Alto	Muy Alta	CONFLICTO ALTO
Muy Alto	Alta	CONFLICTO ALTO
Muy Alto	Media Alta	CONFLICTO ALTO
Muy Alto	Moderada	CONFLICTO ALTO
Alto	Muy Alta	CONFLICTO ALTO
Alto	Alta	CONFLICTO ALTO
Alto	Media Alta	CONFLICTO ALTO
Alto	Moderada	CONFLICTO ALTO
Moderado	Muy Alta	CONFLICTO ALTO
Moderado	Alta	CONFLICTO ALTO
Moderado	Media Alta	CONFLICTO ALTO
Bajo	Muy Alta	CONFLICTO ALTO
Muy Alto	Bajo	CONFLICTO MEDIO
Alto	Bajo	CONFLICTO MEDIO
Moderado	Moderada	CONFLICTO MEDIO
Moderado	Bajo	CONFLICTO MEDIO
Bajo	Alta	CONFLICTO MEDIO
Bajo	Media Alta	CONFLICTO MEDIO
Muy Bajo	Muy Alta	CONFLICTO MEDIO
Muy Bajo	Alta	CONFLICTO MEDIO
Bajo	Moderada	CONFLICTO BAJO
Bajo	Bajo	CONFLICTO BAJO
Muy Bajo	Media Alta	CONFLICTO BAJO
Muy Bajo	Moderada	CONFLICTO BAJO
Muy Bajo	Bajo	SIN CONFLICTO

Fuente: MADS (2014)

De acuerdo con la caracterización hidrológica de la Cuenca, bajo condiciones hidroclimáticas medias, el 43,37% de la cuenca presenta un índice de uso del agua bajo muy bajo, mientras que el restante 56,63% va de categorías alta a muy alta. Por su parte, cuando la condición hidroclimática es seca, se mantiene el 10,75% de índice de uso agua muy bajo, pero y las áreas en categoría alta a muy alta suben a 89,25%, como se puede apreciar en las siguientes figuras.

Figura 3.14. Índice por uso del agua, condición normal

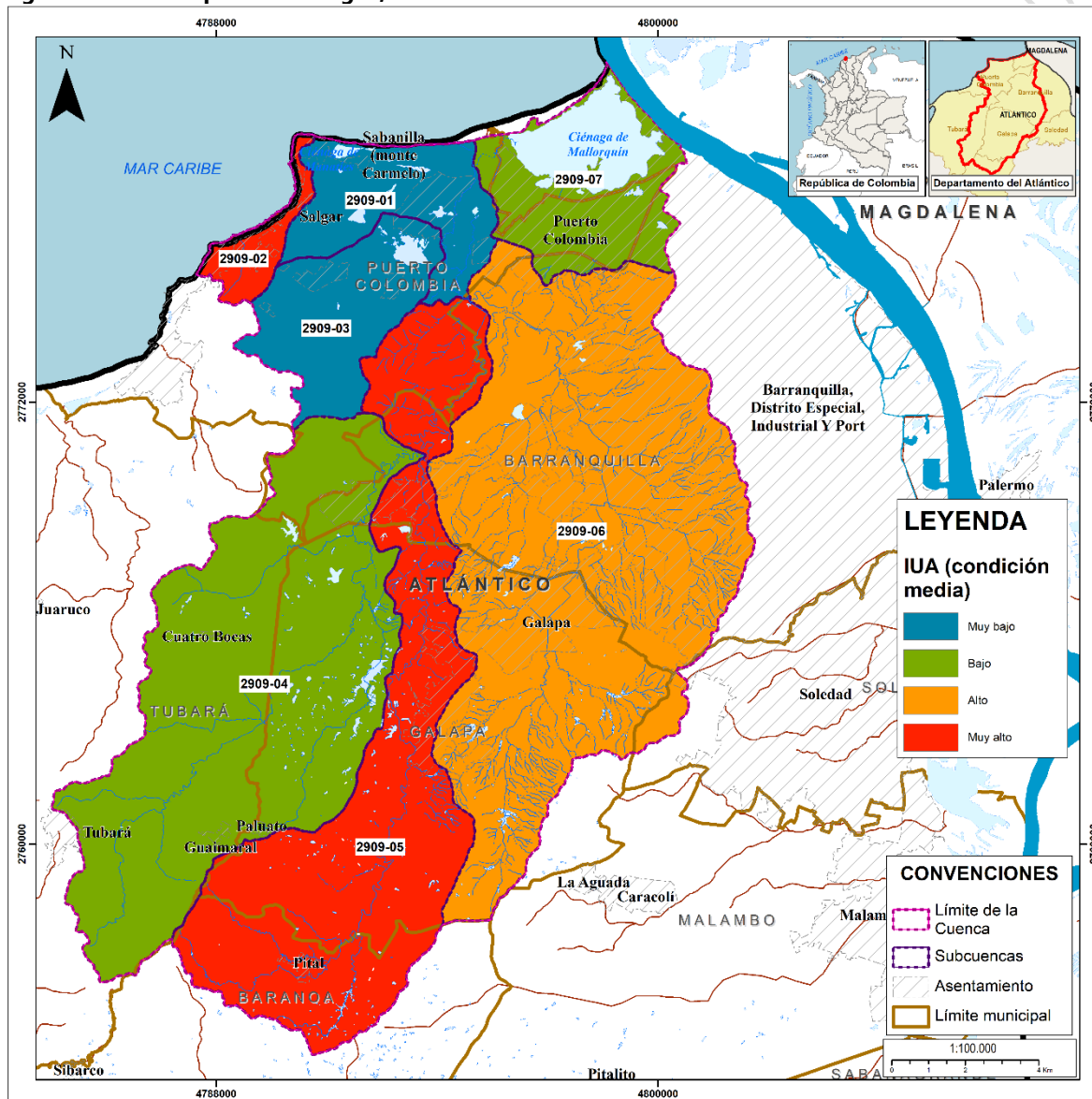
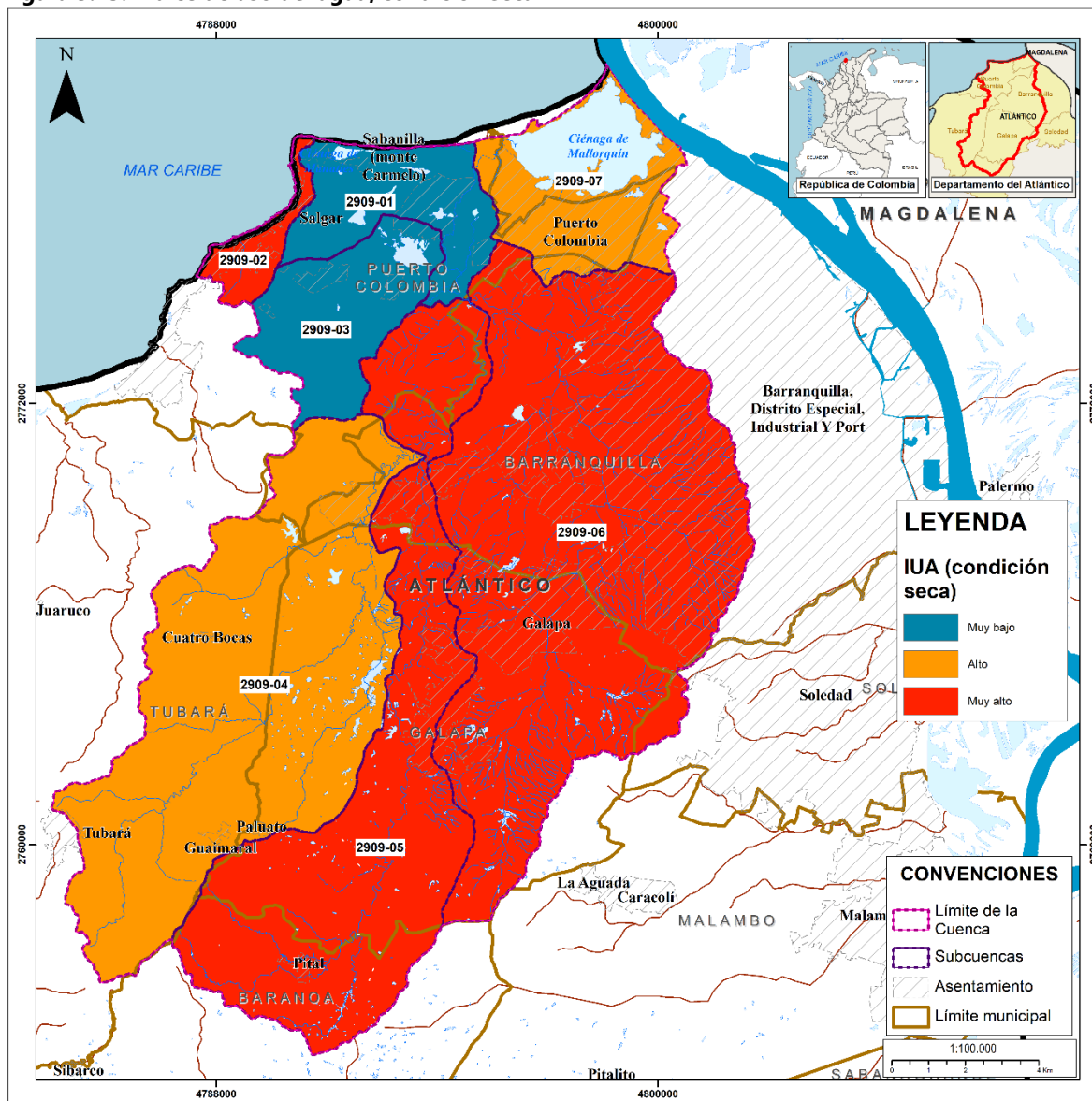


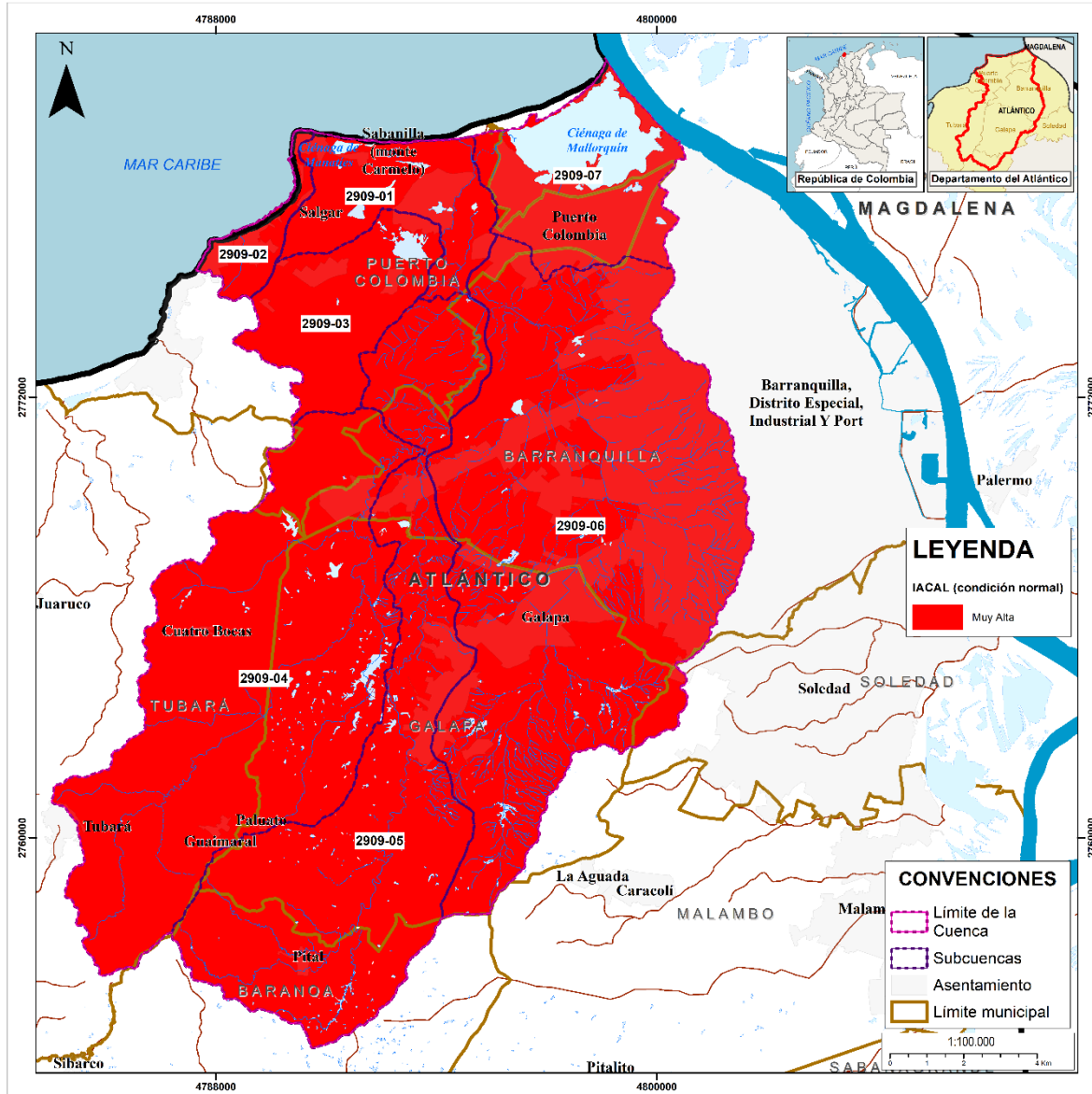
Figura 3.15. Índice de uso del agua, condición seca



En cuanto a la contaminación, la estimación de las cargas contaminantes generadas por las diferentes actividades humanas, y que llegan a las corrientes de la Cuenca por vertimientos puntuales o difusos, mostró una alteración potencial de la calidad del agua (IACAL) muy alta para toda la Cuenca. Esto, como ya se ha mencionado, está fuertemente relacionado con las deficiencias en saneamiento básico y las descargas, puntuales o difusas, de actividades productivas y los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

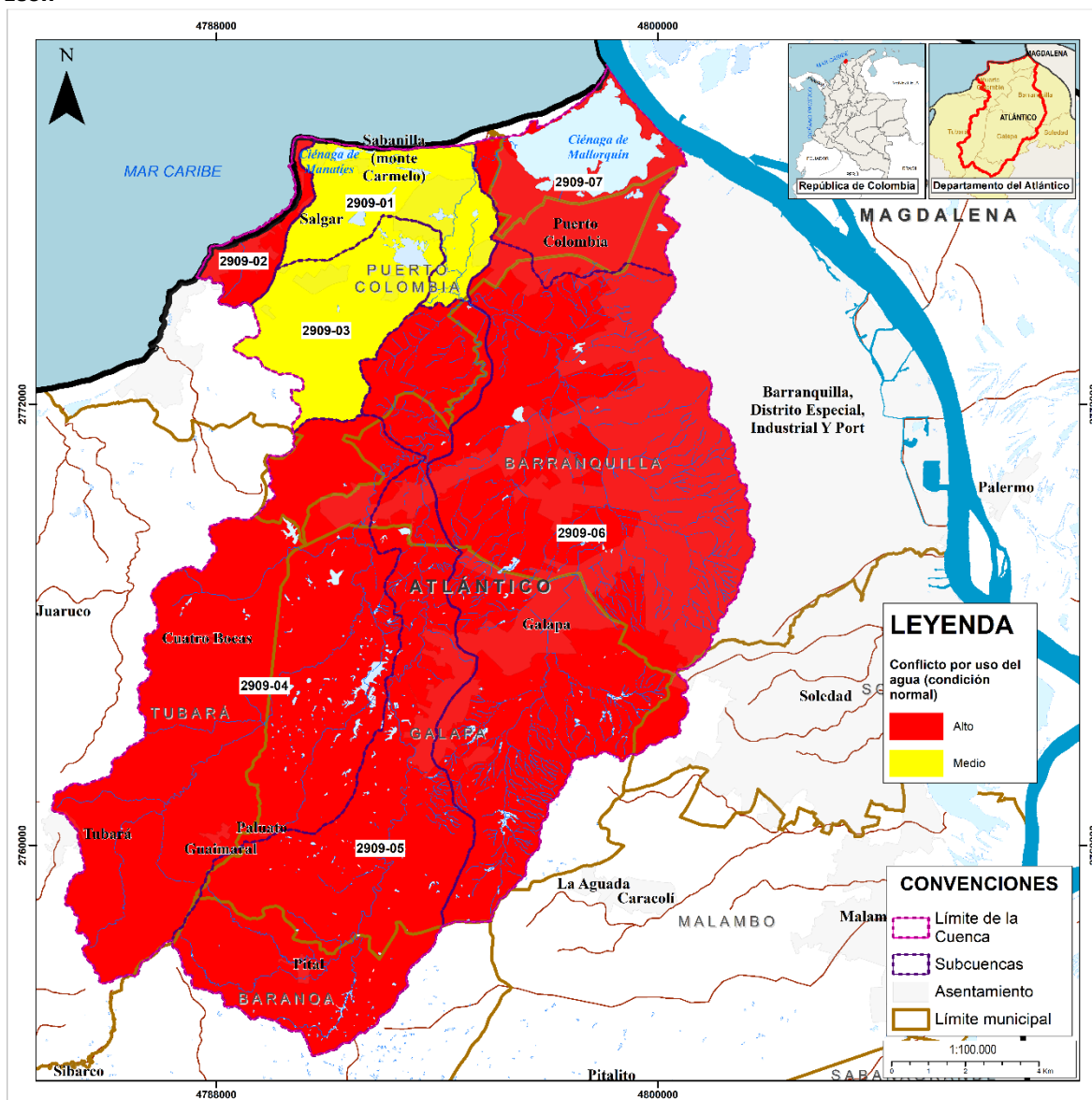


Figura 3.16. IACAL para la cuenca de la Ciénaga de Mallorca y Arroyos Grande y León



A partir de estos datos, y con la matriz de decisión definida por el MADS y el IDEAM en sus Lineamientos metodológicos para la Evaluación Regional del Agua (2013), se concluye que el 89,25% del área de la Cuenca tiene un conflicto alto por el uso del recurso hídrico, asociado más al problema de contaminación y, en algunos sectores específicos, también a la presión de la demanda sobre la oferta hídrica.

Figura 3.17. Conflicto por uso del agua para la cuenca de la Ciénaga de Mallorcaín y Arroyos Grande y León



3.3. Conflicto por pérdida de cobertura en ecosistemas estratégicos

El análisis de los conflictos ocasionados por la pérdida de coberturas naturales permite ahondar en las fuerzas que transforman el territorio y las posibles acciones que ayuden a reducir su impacto.

En la cuenca de la Ciénaga de Mallorca y los arroyos Grande y León, se han impactado las coberturas naturales, debido a la huella que genera en este territorio, ser un polo de desarrollo muy importante, no solo para la costa Caribe, sino para todo el país, lo anterior redundando desde la fuerte presión inmobiliaria, el desarrollo poblacional con sus necesidades de servicios ambientales, las actividades mineras e industriales y el valor de la propiedad predial. Los conflictos identificados en la cuenca son de diferente grado, siendo calificados sobre las coberturas naturales que aún persisten; donde ya no existen coberturas naturales se califican estas áreas como No Aplica en la base de datos.

La matriz de calificación empleada para la designación de los grados de conflicto tuvo la siguiente designación, a modo general se puede decir que cuando de las cuatro capas que intervienen en el ejercicio (TCCN, IVR, IAC Y IF)¹, la calificación se da de la siguiente manera:

- ❖ **Conflicto Muy alto:** Cuando se presentan dos o más con el grado Muy alto o, dos capas con grado alto y una con muy alto.
- ❖ **Conflicto Alto:** Cuando se presentan dos o más con el grado Alto o, una Muy alto y otra Alto o, una Muy alto o, una Alto.

En la Tabla 3.7 y en la Figura 3.18 se muestran los conflictos identificados, observando que la cuenca aparte de estar en un 44% sin coberturas naturales, se encuentra una cuarta parte (26%) de ella, dominada por conflicto en grado de alto, seguido de un 19% en grado medio y un 11% en grado muy alto, lo anterior respecto de la cuenca; con relación a la Áreas y Ecosistemas Estratégicos - AyEE, la situación es muy preocupante (Tabla 3.8), dado que los porcentajes más dominantes son en primer lugar, las áreas con conflicto Muy alto con un 43% de las AyEE, lo cual demuestra el alto riesgo que corren estas áreas de desaparecer y la alteración de sus estructuras y servicios ecosistémicos que pueden brindar, en segundo lugar, las áreas donde ya no hay coberturas naturales (como No Aplica en la base de datos) con un 24%, cifra aún más preocupante que la anterior, puesto que allí ya no existe la cobertura que representa el AyEE y por lo tanto, surge la necesidad de replantear las acciones que en el pasado se tomaron para corregir esta situación; con respecto al conflicto Alto este representa en las AyEE un 26%. Las acciones referidas al conflicto Muy alto están ligadas en su mayoría a la restauración de estas áreas, mientras las acciones al conflicto Medio tienen más relación con la rehabilitación de los ecosistemas; las acciones a tomar sobre el conflicto Alto son una combinación de las dos medidas anteriores; muchas de las

¹ TCCN: Tasa de cambio de las coberturas naturales, IVR: Índice de vegetación remanente, IAC: Índice de ambiente crítico e IF: índice de fragmentación.

áreas con coberturas naturales requieren la conexión entre ellas para facilitar el movimiento de especies y garantizar su refugio.

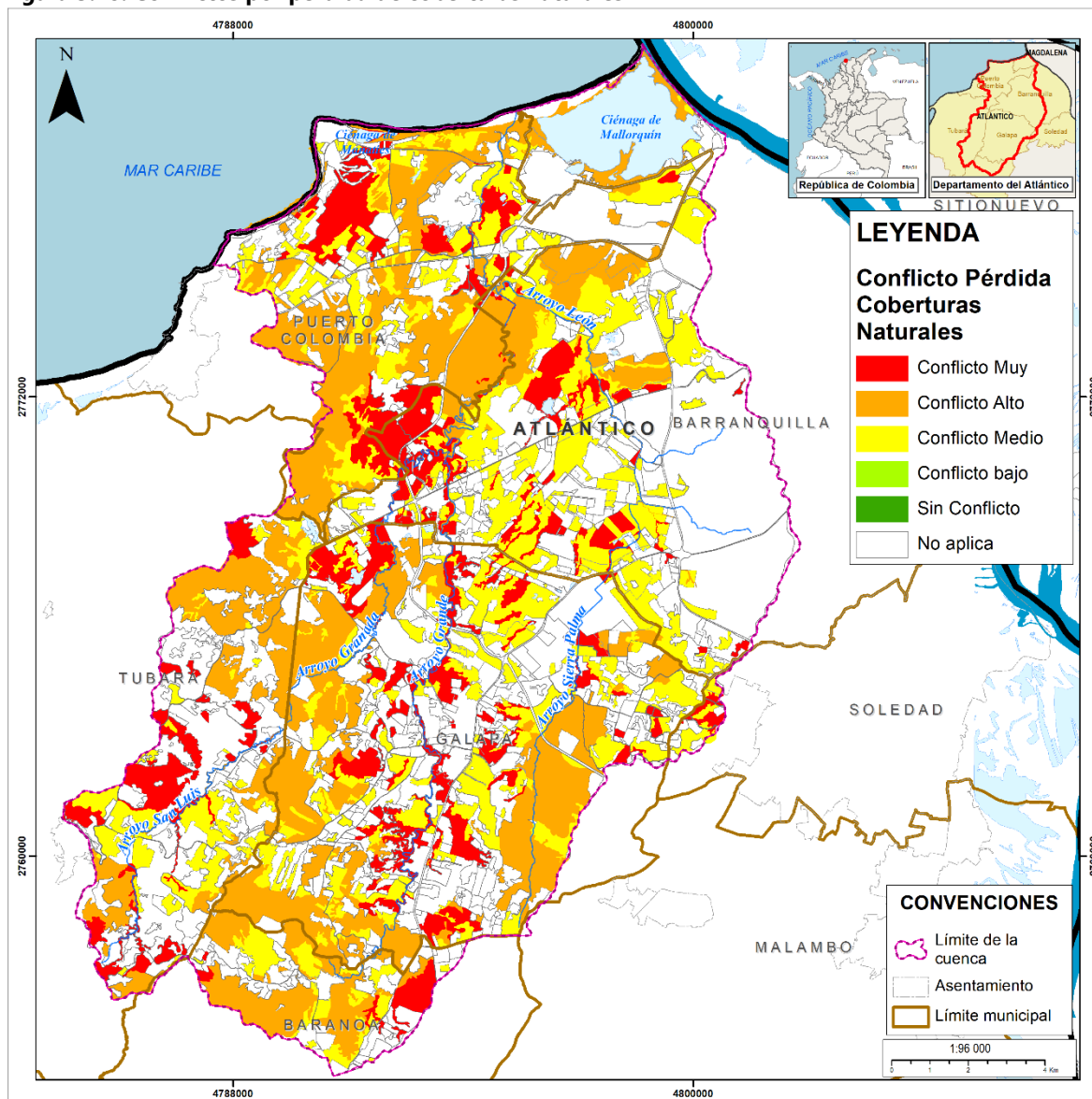
Tabla 3.7. Conflictos por pérdida de coberturas naturales, en área y porcentaje para la Cuenca

Conflicto	Área (ha)	Área (%)
Conflicto Muy Alto	3220,8	11%
Conflicto Alto	7607,4	26%
Conflicto Medio	5666,2	19%
No aplica	13033,3	44%
Total	29527,6	100%

Tabla 3.8. Conflictos por pérdida de coberturas naturales en Áreas y Ecosistemas Estratégicos

Conflicto	Área en Conflicto	
	AEE (ha)	AEE (%)
Conflicto Muy Alto	5690,7	43%
Conflicto Alto	2163,7	16%
Conflicto Medio	2113,9	16%
No aplica	3211,8	24%
Total	13180,0	100%

Figura 3.18. Conflictos por pérdida de coberturas naturales



3.4. Análisis y Evaluación de Conflictos

Una vez obtenida la espacialización de los conflictos por uso de las tierras, del recurso hídrico y por pérdida de la cobertura natural en ecosistemas estratégicos, se procede a la evaluación integral de los conflictos de manera que se pueda establecer la causa y el grado de conflicto, a partir de lo cual se definirán las acciones requeridas para la recuperación en la fase de formulación. En este sentido resulta importante definir, para cada conflicto, su definición en términos de causas, actores involucrados y posiciones de los actores, así como el contexto biogeográfico y social del conflicto.

Para tal fin, se presenta a continuación, de acuerdo con la recomendación del Anexo A. Diagnóstico de la Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas, las matrices de análisis de los conflictos encontrados en la Cuenca por uso y aprovechamiento de los recursos naturales.

Tabla 3.9. Conflicto por uso de la tierra

Identificación del conflicto	El conflicto por uso de la tierra está relacionado con el aprovechamiento inadecuado de los suelos, de acuerdo con su capacidad de uso. De acuerdo con la evaluación realizada, el conflicto se presenta tanto por sobreutilización como por subutilización. Las áreas con sobreutilización se localizan, con mayor extensión, pero menor intensidad, en áreas de los municipios de Tubará y Galapa, principalmente, y, con menor extensión, pero mayor intensidad en el Distrito de Barranquilla. Las áreas en subutilización están diseminadas por toda la Cuenca, siendo la categoría con mayor extensión.
Causas y explicación básica	El conflicto se está presentando principalmente por: ❖ El bajo rendimiento hídrico y recarga potencial que presenta la Cuenca, ocasionando que el recurso hídrico superficial y subterráneo no esté disponible en las cantidades suficientes para sostener la producción agropecuaria acorde con la capacidad de uso del suelo. ❖ El alto nivel de concentración funcional en la aglomeración del Distrito de Barranquilla y su Área Metropolitana ha motivado que la planificación y ordenamiento territorial destine las áreas disponibles de los municipios de la Cuenca al desarrollo y consolidación de actividades de tipo agroindustrial, industrial, comercial y de servicios. ❖ Junto a lo anterior, la concentración de capital en los grandes centros urbanos provoca desigualdades económicas que limitan las capacidades productivas de los campesinos básicamente a medios de subsistencia.
Aspectos Cuantitativos	Las áreas bajo subutilización en la Cuenca representan el 57,3% del área total, mientras que en sobreutilización se encuentra el 4,1% del territorio. Esto conduce a un 61,4% del área de la Cuenca con conflicto por uso de la tierra
Historia del proceso	De acuerdo con estudios de ecología histórica, la vegetación natural original de la Cuenca fue paulatinamente reemplazada durante la Colonia por áreas para la cría de ganado por parte de ganaderos asentados principalmente en Galapa, que desplazaban sus animales al norte por ser áreas de tendencia inundable gracias a los



	desbordamientos del río Magdalena, el cual, para ese entonces, desembocaba al Mar en Sabanilla. Aunque el aporte de sedimentos transportados por el río daba buena fertilidad a estos suelos, su uso para la ganadería inició desde ese entonces los conflictos por subutilización. A raíz de las actividades de contrabando por marinos ingleses, y posteriormente la consolidación de la actividad portuaria en el S XIX después de la Independencia, inició el rápido crecimiento de Barranquilla como punto estratégico comercial, motivando a los lugareños a interesarse más por estas actividades que por la producción agropecuaria, situación que se agravó en el siglo XX con los cambios geomorfológicos introducidos por la construcción del tajamar, que cambió la dinámica de la desembocadura del río Magdalena, interrumpiendo definitivamente sus aportes de agua y sedimentos a estos suelos del departamento del Atlántico, y a la consolidación de la línea de costa tal como se conoce actualmente.
Actores y sectores sociales involucrados	Autoridades territoriales, gremios económicos, pequeños y medianos productores agropecuarios, campesinos, autoridad ambiental.
Posiciones de los actores	Para la mayor parte de los actores, la posición está relacionada con mantener los esquemas productivos dados los beneficios económicos a los que acceden actualmente. La mayor parte de la población está transitando a ocuparse en actividades del sector secundario y terciario de la economía; por una parte, relacionado con la expectativa de mejores ingresos, y, por otra, debido a la presión que introduce el ineludible crecimiento de los grandes centros urbanos conectados en la aglomeración de Barranquilla. Si bien el mayor tipo de conflicto es por subutilización de las tierras, este tipo de conflicto, dada su evolución histórica, ha dejado los suelos expuestos a procesos erosivos y de potencial desertificación. En este sentido, la posición de la autoridad ambiental ha sido moderadamente pasiva y con tendencia reactiva ya que su intervención se ha limitado a la concesión de permisos ambientales, y a la aplicación de sanciones ante la denuncia por parte de la comunidad frente a contingencias ambientales.
Intereses	El conflicto se centra en intereses económicos ya que el crecimiento económico que impulsa el Área Metropolitana propicia las iniciativas de dedicar el sector nororiental del departamento a la concentración de actividades industriales, comerciales y de servicios como ya se pudo analizar en el componente político-administrativo relacionado con el ordenamiento territorial. De otra parte, las condiciones de accesibilidad en la Cuenca facilitan el movimiento de todo tipo de bienes y servicios, lo cual motiva a la especialización de las actividades secundarias y terciarias que se verían abastecidas de productos primarios provenientes de otras áreas del departamento y de la región.
Impactos ambientales	❖ Potencial pérdida de la fertilidad y degradación estructural por pérdida de la cobertura natural con usos no intensivos del suelo. ❖ Inseguridad alimentaria y dependencia del movimiento de productos importados a la Cuenca para el abastecimiento de la población -situación que torna al territorio vulnerable, por ejemplo, ante eventos de paros de productores y transportadores de alimentos. ❖ Reducción de la capacidad de secuestro de carbono. ❖ Ineficiencia económica y pobreza en áreas rurales.

Marco normativo y político	❖ Desplazamiento de la presión sobre otras áreas naturales aledañas Desde el punto de vista normativo, dado que el conflicto se caracteriza por la subutilización de las tierras como recurso natural renovable, aplica la legislación ambiental general contenida, principalmente, en la Ley 99 de 1993, Decreto Ley 2811 de 1974 y Decreto 1076 de 2015. Desde el punto de vista político, no se espera que los conflictos mencionados se resuelvan en el mediano o largo plazo, teniendo en cuenta que en el Plan de Ordenamiento Productivo y Social de la Propiedad Rural del Atlántico y el Plan departamental de Extensión agropecuaria 2020-2023, se priorizó que las áreas dentro de la frontera agrícola en jurisdicción de los municipios de Barranquilla, Puerto Colombia, Soledad y Galapa se prioricen para actividades de transformación, comercialización y servicios tecnológicos agropecuarios, mientras que las del municipio de Baranoa se priorizaron para estabilización de producción agropecuaria – autoconsumo, y en Tubará, para turismo con usos complementarios agropecuarios.
-----------------------------------	---

Tabla 3.10. Conflicto por uso del agua

Identificación del conflicto	El conflicto por uso del agua está enmarcado en la disponibilidad y calidad del recurso hídrico. Por lo tanto, aparece este conflicto cuando ya sea por las condiciones de uso del agua (demandas que representen un porcentaje considerable de la oferta hídrica disponible) o de la generación de cargas contaminantes por vertimiento se estima una afectación al recurso hídrico. De acuerdo con la evaluación realizada, las unidades hidrográficas de Plano Costero y Lago El Cisne presentan conflicto moderado, y el resto de la Cuenca presenta conflicto alto.
Causas y explicación básica	El conflicto se está presentando principalmente por los altos niveles de presión por carga contaminante en la Cuenca, relacionada con los vertimientos puntuales y difusos provenientes de áreas de asentamientos no conectadas a la red de alcantarillado, actividades industriales, agroindustriales y de servicios, contaminación residual en los efluentes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, escorrentías difusas en áreas rurales, y disposición inadecuada de residuos sólidos en cuerpos de agua. A lo anterior se suma la reducida oferta hídrica superficial disponible, lo que disminuye, a su vez, la capacidad de asimilación de la red de drenaje de la Cuenca.
Aspectos Cuantitativos	Los resultados indican que el 10,75% de la Cuenca se encuentra en categoría de conflicto moderada (equivalentes a 3.173,23 Ha), mientras que otro 89,25% (26.354,38 Ha) presentan un nivel de conflicto alto.
Historia del proceso	De manera similar al conflicto por uso de la tierra, las presiones al recurso hídrico se han desarrollado a la par del crecimiento de los grandes centros urbanos, centros poblados rurales, y corredores industriales suburbanos, sin la infraestructura suficiente de saneamiento y de gestión de vertimientos, junto con la reducción de la capacidad de regulación hídrica derivada de la pérdida de calidad ambiental en las áreas ambientales estratégicas para el recurso hídrico.
Actores y sectores sociales involucrados	Autoridades territoriales, gremios económicos, pequeños y medianos productores agropecuarios, campesinos, autoridad ambiental, población en general.



Posiciones de los actores	Actualmente, existe una preocupación generalizada por el elevado grado de contaminación de los cuerpos de agua en la Cuenca. Sin embargo, han confluído en la génesis del conflicto diferentes factores como: ❖ El crecimiento demográfico y las consecuentes necesidades de expansión urbana para generar soluciones de vivienda para las nuevas personas. Este crecimiento, en las últimas dos décadas, ha sido mayor a las proyecciones anteriores, de manera que no se ha contado de manera oportuna con inversiones en soluciones efectivas para incrementar, al mismo ritmo o mayor, las coberturas de alcantarillado y la capacidad de sistemas de tratamiento. ❖ A lo anterior, se suma la aparición histórica de asentamientos humanos no formales (invasiones) en zonas periurbanas. ❖ Prácticas inadecuadas de vertido de residuos sólidos y líquidos directamente a los cuerpos de agua por parte de los habitantes en inmediaciones a la red de drenaje. ❖ Falta de inclusión efectiva de centros poblados y población rural en los instrumentos de planificación territorial
Intereses	El conflicto se centra en intereses económicos, que, incrementados con el crecimiento de la gravitación funcional alrededor del Distrito de Barranquilla, son el detonante para los factores señalados anteriormente. Junto a esto, los intereses políticos reflejados la históricamente débil observación del componente ambiental en la planificación y gestión territorial, han llevado a exceder la biocapacidad de la Cuenca en lo relacionado con los servicios ecosistémicos asociados al recurso hídrico.
Impactos ambientales	❖ Degradación ecosistémica y pérdida de la biodiversidad en ecosistemas estratégicos y rondas hídricas. ❖ Potencial agotamiento de la capacidad de aprovechamiento del recurso hídrico.
Marco normativo y político	Actualmente, si bien el marco normativo ambiental establece desde el Decreto Ley 2811 de 1974 y el Decreto 1076 de 2015 reglamentación relacionada con la protección y gestión integral del recurso hídrico, la recuperación de áreas ambientales estratégicas para el recurso hídrico se ha llevado a cabo de manera mucho más lenta que el crecimiento de la aglomeración urbana que domina la Cuenca. A esta situación contribuyeron también las deficiencias identificadas en la actualización de la zonificación ambiental del POMCA adoptada en 2017 que limitó el alcance de esta determinante ambiental para asegurar la sostenibilidad de la Cuenca, limitando las áreas de conservación y protección a menos del 15% del área total. De otra parte, aunque las autoridades ambientales cuentan con objetivos de calidad reglamentados, es frecuente el incumplimiento de estos objetivos por las crecientes cargas contaminantes. A razón de esto, actualmente se trabaja en otro tipo de soluciones, como suprimir los vertimientos que se realizan desde los centros urbanos del área metropolitana al Arroyo León para ser descargados al río Magdalena luego de su tratamiento parcial en la EDAR de El Pueblito.

Tabla 3.11. Conflicto por pérdida de la cobertura natural en ecosistemas estratégicos.

Identificación del conflicto	Este conflicto hace referencia a la disminución de las áreas con coberturas de origen natural en las tierras de la Cuenca, para establecer donde están las principales afectaciones a la conservación de la biodiversidad, y especies endémicas o con alguna categoría de amenaza. En este sentido, se identifica en la Cuenca que se han impactado las coberturas naturales desde hace más de 2 siglos, debido a la huella que genera en este territorio ser un polo de desarrollo muy importante, no solo para la costa Caribe, sino para todo el país.
Causas y explicación básica	Como ya se indicó, el conflicto se ha originado principalmente por la fuerte presión inmobiliaria, el desarrollo poblacional con sus necesidades de servicios ambientales, las actividades mineras e industriales y el valor de la propiedad predial, factores que están conduciendo a cambios acelerados en los patrones de uso del suelo. A lo anterior se suma la falta de regulación y acción institucional en la delimitación y restricción de uso para las rondas hídricas y las acciones de conservación de ecosistemas y áreas estratégicas.
Aspectos Cuantitativos	Los resultados indican que el 59% de los ecosistemas estratégicos de la Cuenca se encuentra en categoría de conflicto alta o muy alta, mientras que otro 16% se encuentra en conflicto moderado.
Historia del proceso	El afianzamiento desde la época de la Colonia de actividades agropecuarias extensivas y semiintensivas en gran parte del territorio de la Cuenca, como se indicó ya, sumado al posterior posicionamiento de Barranquilla como polo de desarrollo comercial, y luego industrial y de desarrollo socioeconómico hasta convertirla en parte de la cuadricefalia urbana nacional, ha desencadenado la presión descrita sobre los ecosistemas estratégicos, al punto de desconocer el valor de sus servicios ambientales en pos del interés económico inmediato, y preferir su desaparición para dar paso al crecimiento urbano.
Actores y sectores sociales involucrados	Autoridades territoriales, gremios económicos, empresas urbanizadoras y del sector de la construcción, pequeños y medianos productores agropecuarios, campesinos, autoridad ambiental.
Posiciones de los actores	Para la mayor parte de los actores, la posición está relacionada con mantener el crecimiento urbano y los esquemas productivos dados los mejores beneficios económicos a los que acceden rápidamente, además de las inversiones en infraestructura socioeconómica. Sin embargo, en los últimos años han surgido un número considerable de líderes sociales ambientales, que se oponen a la gestión territorial sin criterios de sostenibilidad. En cuanto a la autoridad ambiental, la posición ha sido moderadamente pasiva y con tendencia reactiva ya que su intervención se ha limitado a la concesión de permisos ambientales, y a la aplicación de sanciones ante la denuncia por parte de la comunidad frente a contingencias ambientales. Adicionalmente no existe a la fecha acciones de impacto que conlleven a la recuperación de los ecosistemas estratégicos en toda la cuenca y no solo en la Ciénaga de Mallorcaín y áreas de manglar.
Intereses	El conflicto se centra en intereses políticos y económicos detonados por las ventajas del crecimiento del producto interno bruto y del poder regional del Distrito de Barranquilla.
Impactos ambientales	❖ Degradación ecosistémica y pérdida de la biodiversidad en ecosistemas estratégicos y rondas hídricas.



	❖ Pérdida de la capacidad de soporte ambiental de la cuenca.
Marco normativo y político	❖ Ley 99 de 1993 ❖ Decreto Ley 2811 de 1974 ❖ Decreto 1076 de 2015 ❖ Política Nacional de Biodiversidad ❖ Política Nacional de Restauración Ecológica ❖ Actos administrativos de adopción de instrumentos de planificación y manejo de ecosistemas estratégicos ❖ Convención Ramsar

4. ANÁLISIS DE TERRITORIOS FUNCIONALES

De acuerdo con lo establecido por el MADS (2014), “los territorios funcionales representan la relación existente entre los componentes de oferta y demanda, explican cómo las dinámicas de los diferentes subsistemas que componen la cuenca serían en el futuro si se mantienen las tendencias actuales”

En ese orden de ideas, la funcionalidad viene expresada por las relaciones que ordenan el territorio y la manera que lo hacen, identificando cuáles son las que actúan con mayor predominancia y cómo se prevé que incidan en las tendencias y si estas van en detrimento o no de la cuenca como sistema.

Para que la Cuenca funcione adecuadamente como sistema, se entiende entonces que debe existir una interacción entre lo urbano y lo rural a fin de que las dinámicas socioeconómicas más aceleradas que se dan en los núcleos poblacionales encuentren un adecuado soporte en la oferta de bienes y servicios de las áreas rurales. Se configura así un tejido territorial característico de cada región en función de la mayor o menor fuerza de estas relaciones y los flujos de recursos que impliquen.

Ahora bien, el éxito en la formulación y ejecución de un instrumento integral de política pública como el POMCA radica en el entendimiento de las características estructurales de los territorios y las variables que determinan la ejecución de sus funciones, reconociendo al mismo tiempo la heterogeneidad de los territorios, así como sus necesidades y visiones de lo local, lo regional y lo nacional. Una de las maneras en que puede abordarse este problema es a partir del concepto de desarrollo territorial, que contempla el espacio como elemento activo del desarrollo de un área específica, en la que habitan personas que comparten historia, cultura, aspiraciones, medios sociales y políticos, un ambiente con sus respectivos recursos naturales, medios productivos, económicos y de infraestructura que deben encadenarse para potenciar el desarrollo (Gobierno de Chile – Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2014)

Las metodologías para la evaluación del desarrollo regional tienden a relacionar por medio de índices las diferentes dimensiones del desarrollo, las cuales incluyen las relaciones urbano-regionales, la dinámica económica, la calidad de vida, elementos ambientales, condiciones de seguridad y capacidad institucional.

Sin embargo, desde el funcionamiento de la Cuenca, las dinámicas territoriales estarán sujetas, como ya se mencionó al equilibrio entre oferta y demanda ambiental; por lo tanto, un acercamiento válido para la comprensión de los territorios funcionales consiste en

determinar el resultante de la superposición de indicadores ambientales que den cuenta de los diferentes servicios ecosistémicos.

4.1. Relaciones Ordenadoras Predominantes

Los territorios de la Cuenca de la Ciénaga de Mallorquín y los Arroyos Grande y León, la dinámica socioeconómica y administrativa se encuentra, como ya se ha indicado, dominada por la presencia del Distrito Especial, Industrial y Portuario de Barranquilla y su área metropolitana, la cual, junto con la consolidación a nivel local, regional y nacional de sus actividades económicas, ejercen un poder de atracción ineludible no solo sobre toda la población de la Cuenca, sino a nivel departamental y regional, extendiéndose sus efectos hacia el norte, por toda la región Caribe hasta la península de la Guajira.

Esta particularidad representa, también, una ventaja para el sostenimiento de esta intrincada estructura asociada a la metrópoli, que radica en la posibilidad de importar, con relativa suficiencia, los bienes y servicios que no pueden ser ofertados localmente. De hecho, la posición geográfica de esta zona en el país ofrece posibilidades para la movilidad fluvial, marítima y aeroportuaria que potencia su atractivo para que actividades económicas de incidencia nacional desarrollen centros de operación totales o parciales de su cadena productiva o de valor en este importante núcleo del desarrollo nacional.

Gracias a ese relativamente rápido desarrollo y consolidación de servicios socioeconómicos, el Distrito junto con su área metropolitana han cohesionado una aglomeración urbana con un radio de incidencia económico y funcional que no se limita al departamento del Atlántico sino que se extiende hacia el nororiente de la región, enlazándose con el Distrito de Santa Marta y Valledupar que actúan como Centros Subregionales que irradian su influencia hacia los departamentos del Magdalena, centro y norte del Cesar, y La Guajira, y ha permitido el desarrollo de industrias especializadas en diferentes subsectores económicos, que actualmente generan el 6,43% de la producción bruta nacional (DANE, Encuesta Anual Manufacturera, 2024).

La alta centralidad que ejerce en su radio inmediato el Distrito de Barranquilla provoca una brecha en sus características cuando se compara con el resto del departamento del Atlántico. Con suelos de moderada y alta aptitud agropecuaria producto de la deposición histórica de sedimentos ricos en nutrientes como consecuencia de las inundaciones naturales y el funcionamiento del complejo de humedales y estuarios en el sistema deltaico original del río Magdalena, Atlántico es, de acuerdo con evaluaciones de la Unidad de Planeación y Desarrollo Rural, el departamento colombiano continental con la frontera agrícola más extensa del país, por encima del 80% incluyendo el área de la Cuenca.

No obstante, esta potencialidad se ve fuertemente limitada en la Cuenca por sus condiciones de muy bajo rendimiento hídrico disponible, por debajo de los 5 L/(s·Km²) de agua superficial

y de 50 mm/año de recarga potencial de acuíferos, lo cual condiciona el desarrollo efectivo de las actividades agropecuarias según la aptitud de los suelos. Así, la mayoría de los suelos con potencial productivo agropecuario en la Cuenca están subutilizados ya sea porque su uso está enfocado a actividades fuera del renglón primario de la economía, o porque su producción está por debajo de la que su capacidad de uso permite.

Es así como, desde la perspectiva agropecuaria, esta unidad funcional centraliza servicios de transporte, transformación de productos agropecuarios y los principales centros de comercialización concentrando un alto porcentaje de la producción de los municipios del centro, oriente y, en menor medida, del sur del departamento; de allí, se facilita el intercambio comercial hacia otras zonas del país gracias a la confluencia de vías de primer nivel de orden departamental, regional y nacional. También resulta estratégica la presencia del aeropuerto internacional, así como los puertos fluviales y marítimos pero esta capacidad logística es subutilizada en pro de la exportación de los productos que se generan allí.

Este conjunto de circunstancias, sumado a los cambios demográficos por crecimiento endógeno y migratorio de la población, ha incentivado el crecimiento urbano del Área Metropolitana para aprovechar el suelo en ampliar las soluciones de vivienda, expandiendo el suelo urbano para soportar el crecimiento poblacional, así como desarrollar sectores con usos industriales, comerciales y de servicios, como el corredor Barranquilla – Juan Mina, la zona Franca en la actual conurbación Barranquilla – Galapa, y el “Corredor Universitario” entre Barranquilla y Puerto Colombia. Incluso, en el Plan de Ordenamiento Productivo y Social de la Propiedad Rural para el departamento del Atlántico (2019) para la Cuenca se estableció el Área Metropolitana de Barranquilla como zona prioritaria para consolidar procesos de transformación (agroindustria e industria), comercialización y servicios tecnológicos agropecuarios; el área del corregimiento de Pital, para estabilización de producción agropecuaria con énfasis en el autoconsumo; y la frontera agrícola en Tubará para incentivo del turismo con usos agropecuarios complementarios.

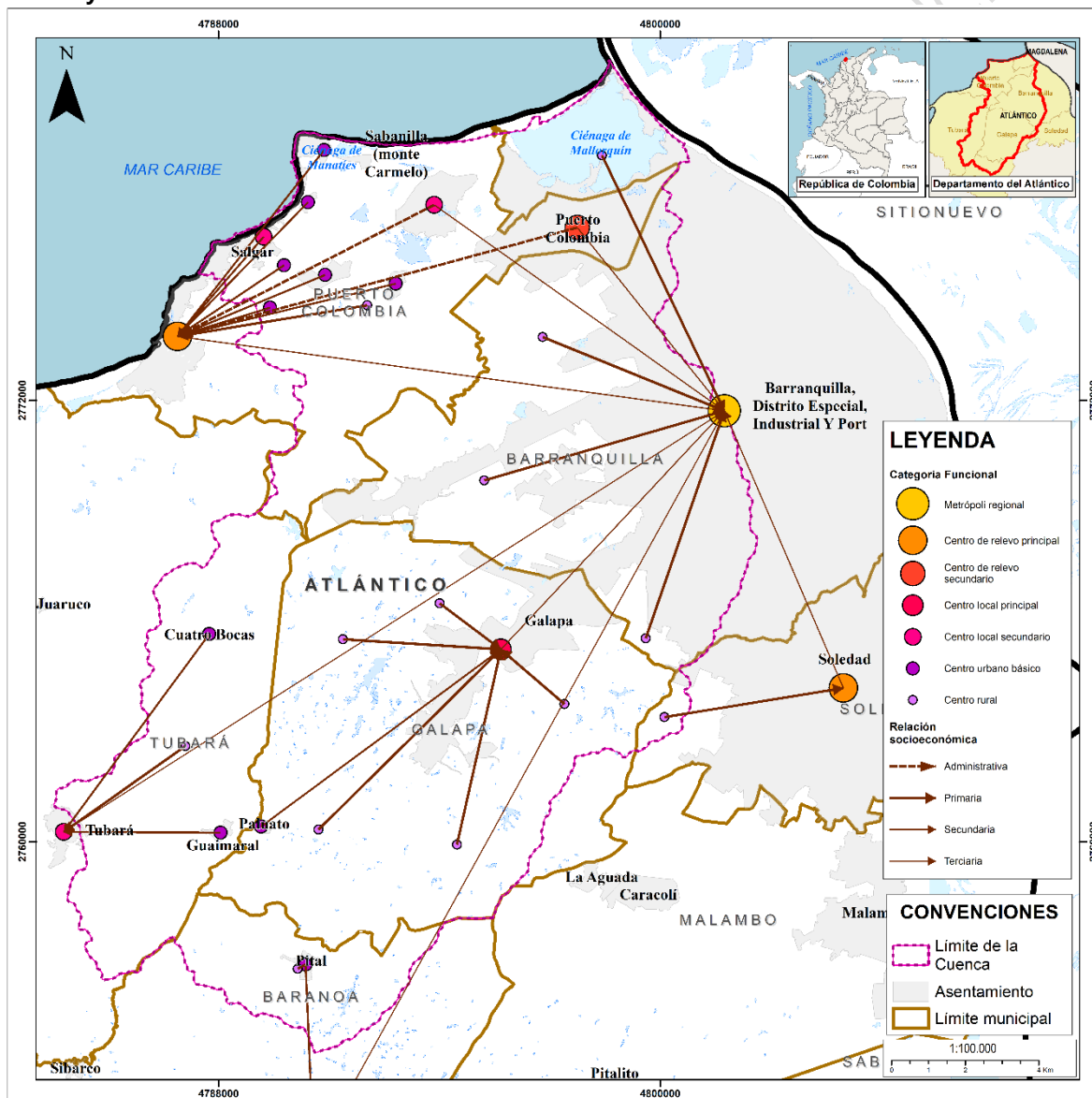
En consecuencia, el patrón de integración urbano-regional de la Cuenca exhibe un comportamiento de alta concentración y movilidad de bienes y servicios, principalmente de tipo socioeconómico, funcionando como unidad administrativa, comercial e industrial de dominancia para la mayor parte de la Región Caribe, desde el departamento del Atlántico hasta La Guajira. Sin embargo, su continua consolidación y especialización hacia el fortalecimiento de actividades secundarias y terciarias de la economía, por una parte, atrae cada vez a más personas de la periferia que buscan desarrollarse con nuevas y mejores oportunidades, como también transforma el territorio progresivamente desde lo rural hacia lo urbano.

Esta transición se ve influenciada, además, por la sinergia que introduce la localización de la Cuenca en el marco de la red de movilidad multimodal a nivel local, regional, nacional e internacional, pero también a la escasa capacidad interna de soporte de la Cuenca en lo que se refiere al recurso hídrico superficial y subterráneo, haciendo que esta zona atlanticense

dependa del resto del departamento, la región y el país para el abastecimiento de alimentos y otros bienes de aprovisionamiento primarios

En la Figura 4.1 se representan los asentamientos humanos identificados en el área de la Cuenca, con su correspondiente nivel funcional y las relaciones socioeconómicas predominantes. Se observa claramente el efecto de atracción que tiene el Área Metropolitana y, en especial, el Distrito de Barranquilla sobre el sistema de asentamientos de la Cuenca.

Figura 4.1. Relaciones urbano-rurales en el área de la Cuenca de la Ciénaga de Mallorcaín y los Arroyos Grande y León



En lo relacionado con la demanda de recurso hídrico, los usos domésticos urbanos, y casi toda la carga de todo el consumo industrial, comercial y de servicios, es soportado con la importación de agua desde el río Magdalena a través del sistema de potabilización que abastece las redes de acueducto de los municipios. El resto del consumo de agua superficial y subterránea se realiza para el abastecimiento interno en la Cuenca, tanto para usos domésticos en centros poblados como para usos productivos agropecuarios. Otro aspecto importante que resaltar es que la Cuenca tiene un rendimiento hídrico muy bajo, razón por la cual, dada la concentración de actividades y servicios socioeconómicos en la aglomeración funcional de Barranquilla ha sido necesario el abastecimiento de agua desde el río Magdalena.

Junto a lo anterior, pero con menor grado de gestión es el uso del agua subterránea. Aunque la Corporación Autónoma controla las concesiones otorgadas para el aprovechamiento de este recurso, la recarga potencial de los acuíferos en la cuenca es muy baja, lo que conlleva a que el nivel de extracción de las aguas subterráneas tenga actualmente un nivel alto bajo condiciones hidroclimáticas medias, y llegue a condiciones extremas en relación con la oferta disponible para los años en condición seca (típicamente, años Niño)

En materia de vertimientos, en la Cuenca confluyen aguas residuales domésticas y no domésticas, parte de las cuales es manejada a través de estaciones de bombeo para conducirlas hacia las estaciones de depuración de aguas residuales (EDAR) del suroccidente de Barranquilla y de Galapa. Sin embargo, la carencia de estos sistemas en zonas por fuera del área de operación de la empresa Triple A S.A. E.S.P., las deficiencias existentes en las redes de alcantarillado, malas prácticas de manejo de residuos sólidos y líquidos, y las altas cargas contaminantes remanentes en los efluentes de los sistemas de tratamiento, entre otros factores, hacen que la materia orgánica, sólidos en suspensión y demás elementos contaminantes tengan una capacidad de alteración de la calidad del agua muy alta, situación que se ve reflejada en la evaluación del Índice de Calidad del Agua el cual alcanzó valores en la categoría de **mala** para todos los puntos en la red de drenaje de la Cuenca.

Dicho de otra manera, el metabolismo hídrico de la Cuenca plantea que existe una fuerte relación urbano-rural centrado en la asimilación de los vertimientos de los cascos urbanos y áreas conexas, capacidad que depende de la buena calidad y se ve limitada por la muy baja producción hídrica que genera la red drenaje de la Cuenca.

Como se indicó también, los municipios aún no han podido resolver totalmente su problemática de disposición de residuos sólidos. Aunque la cobertura del servicio de aseo es alta, no cubre eficientemente las áreas rurales, y persisten prácticas inadecuadas de la población relacionadas con el vertido de residuos directamente a los cuerpos de agua, llevando a su acumulación en las zonas más planas de la Cuenca antes de llegar a la línea de costa, así como a la contaminación del agua.

Finalmente, en lo que respecta a las coberturas de áreas agrícolas y pecuarias en la Cuenca de la Ciénaga de Mallorquín y los Arroyos Grande y León se observa la limitada capacidad de esta para el abastecimiento de una variedad de productos, especialmente aquellos de origen vegetal. Es así como la producción interna de alimentos en la Cuenca contribuye al autoabastecimiento en las zonas rurales, pero, dado el tamaño de las urbes en el Área Metropolitana, esta depende de la importación de alimentos desde el centro, oriente y sur del departamento, así como del resto del país. Sin embargo, las tendencias socioeconómicas relacionadas con el papel de esta aglomeración funcional en el sistema de ciudades del Atlántico y la Región Caribe, han llevado a proyectar a los municipios de la Cuenca para el fortalecimiento de la cadena de valor agropecuaria del Departamento a través de la prestación de servicios especializados, así como de la transformación y comercialización de productos alimenticios primarios y derivados.

En este sentido, se puede afirmar que, en la actualidad, la Cuenca cuenta con una demanda local de bienes de aprovisionamiento, con un grado muy bajo de autoabastecimiento, siendo complementada con la introducción de productos de diferente tipo, incluyendo agua para consumo humano y alimentos, aspecto que se ve favorecido por los patrones de movilidad y la ubicación de Barranquilla como Metrópoli Regional en conexión con el resto de la región Caribe y del país por medio de los principales corredores del sistema de transporte nacional.

A partir de los análisis realizados en las secciones anteriores, se evidencian procesos de degradación en la Cuenca, debido a factores que incluyen el aumento de la presión demográfica, los cambios en el uso del suelo y la fragmentación de ecosistemas, que podrían desencadenar el agotamiento de los recursos naturales poniendo en riesgo estos ecosistemas estratégicos de aprovisionamiento (nacimientos y fuentes de agua) y de regulación (clima, condiciones de amenaza, calidad del agua); si bien el conflicto por uso de las tierras tiende más hacia el extremo de su subutilización para la producción agropecuaria, sí es muy alto el conflicto por la pérdida de cobertura en ecosistemas estratégicos, lo cual es resultado de las dinámicas históricas de ocupación del territorio y ha derivado en la baja capacidad de retención y regulación hídrica de la Cuenca y su actual tendencia a la desertificación.

En lo que tiene que ver con el soporte ambiental de la Cuenca a las actividades productivas, se identifica que el sector que produce mayor impacto en los ecosistemas de la cuenca es el agropecuario, asociado al consumo local del recurso hídrico, y la mezcla de las actividades domésticas -principalmente urbanas-, industriales y agroindustriales en lo que respecta a la alteración de la calidad del agua.

4.2. Efecto de las Relaciones Predominantes sobre los Servicios Ambientales de la Cuenca

A partir de la información primaria y secundaria procesada durante la Fase de Diagnóstico, se calculará un Índice de Oferta Ecosistémica, a partir de los siguientes indicadores, que se describen con más detalle en la Tabla 4.1:

- ❖ Indicador de oferta hídrica
- ❖ Indicador de producción de alimentos
- ❖ Indicador de conservación y ecosistemas estratégicos
- ❖ Indicador de regulación de eventos extremos

Tabla 4.1. Indicadores seleccionados para el Índice de Oferta Ecosistémica

Indicador	Concepto	Conducta	Valores Escalares	Peso de Participación en el Índice
Oferta hídrica superficial	- Rendimiento hídrico de las unidades hidrográficas de nivel I	Menor o igual a 15 L/(s·Km ²)	1	20%
		Entre 15 y 50 L/(s·Km ²)	2	
		Mayor a 50 L/(s·Km ²)	3	
Oferta hídrica subterránea	- Espacialización de los niveles de recarga de acuíferos determinados en el componente hidrogeológico	Menor o igual a 250 mm/año	1	15%
		Entre 250 y 500 mm/año	2	
		Mayor a 500 mm/año	3	
Producción de Alimentos	- Selección de los siguientes usos del suelo: Agricultura, Agropecuario, Ganadería, Agrosilvopastoril, Silvopastoril, Agroforestal. - Proporción de los respectivos usos en el área de la vereda presente en la cuenca.	Menor o igual a 20% o Mayor a 75%	1	20%
		Entre 20% y 40% o entre 60% y 75%	2	
		Entre 40% y 60%	3	
Nivel de Conservación de las Coberturas Naturales	- Identificación de áreas con calificación alta de conservación de acuerdo con el Índice de Estado Actual de las Coberturas Naturales	IEACN menor o igual a 25	1	15%
		IEACN entre 25 y 60	2	
		IEACN superior a 60	3	
Áreas de Ecosistemas, Conservación Ambiental y Bosques	- Selección de las siguientes coberturas del suelo: Ecosistemas Conversación y Bosques. - Proporción del área de ecosistemas, conservación y bosques en el área de la vereda en la cuenca hidrográfica.	Menor o igual a 25%	1	15%
		Entre 25% y 50%	2	
		Mayor que 50%	3	
Regulación de eventos extremos	- Ponderación y cruce de la presencia de áreas con niveles bajos de amenaza por	Baja presencia	1	15%
		Media presencia	2	

Indicador	Concepto	Conducta	Valores Escalares	Peso de Participación en el Índice
	cualquiera de los eventos analizados en la Gestión del Riesgo del Diagnóstico	Alta presencia	3	

En las figuras a continuación se presenta el resultado de la evaluación de cada uno de los indicadores, y del Índice de Oferta Ecosistémica

Figura 4.2. Espacialización del Indicador de Oferta hídrica superficial

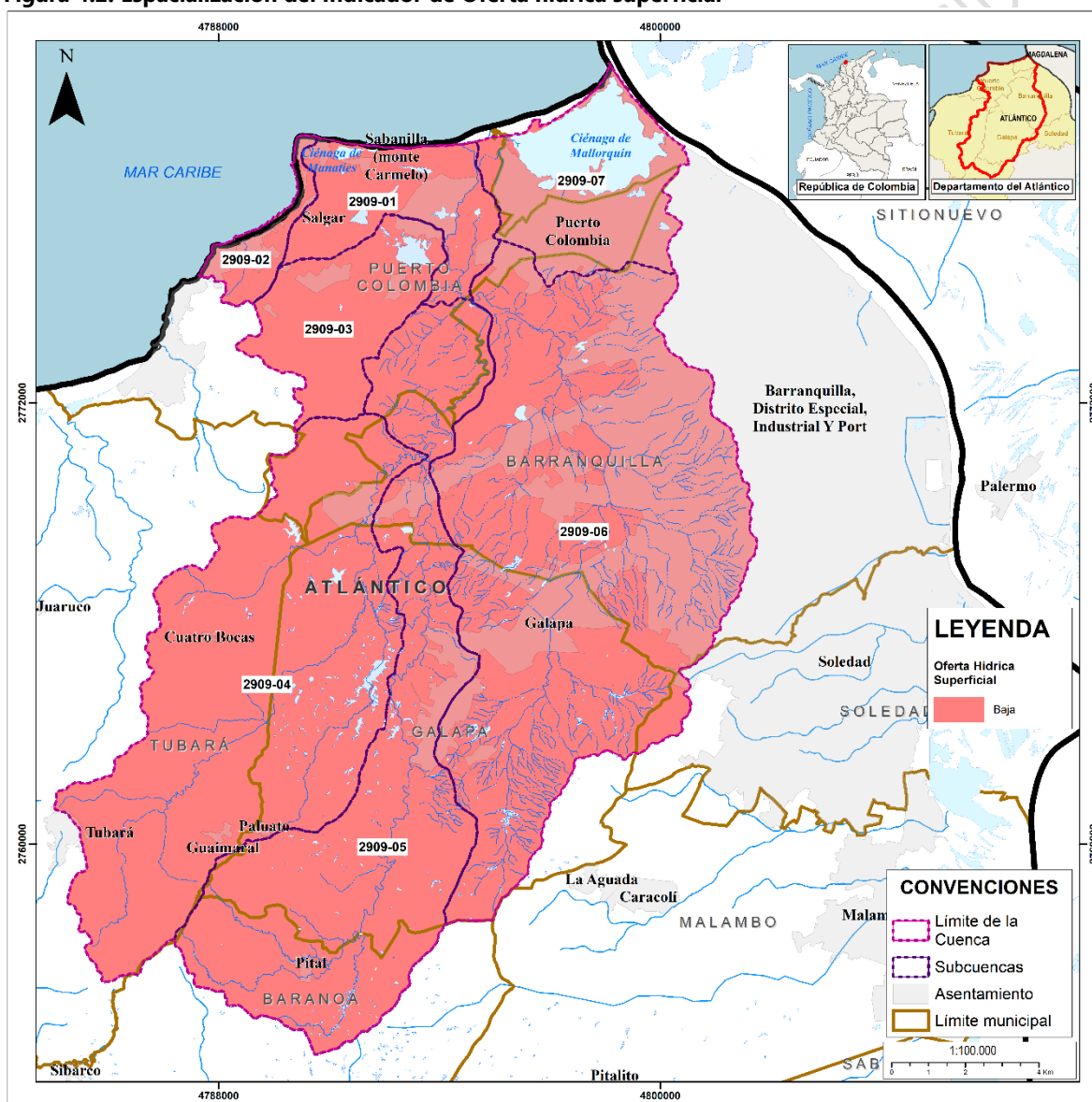




Figura 4.3. Espacialización del Indicador de Oferta Hídrica subterránea

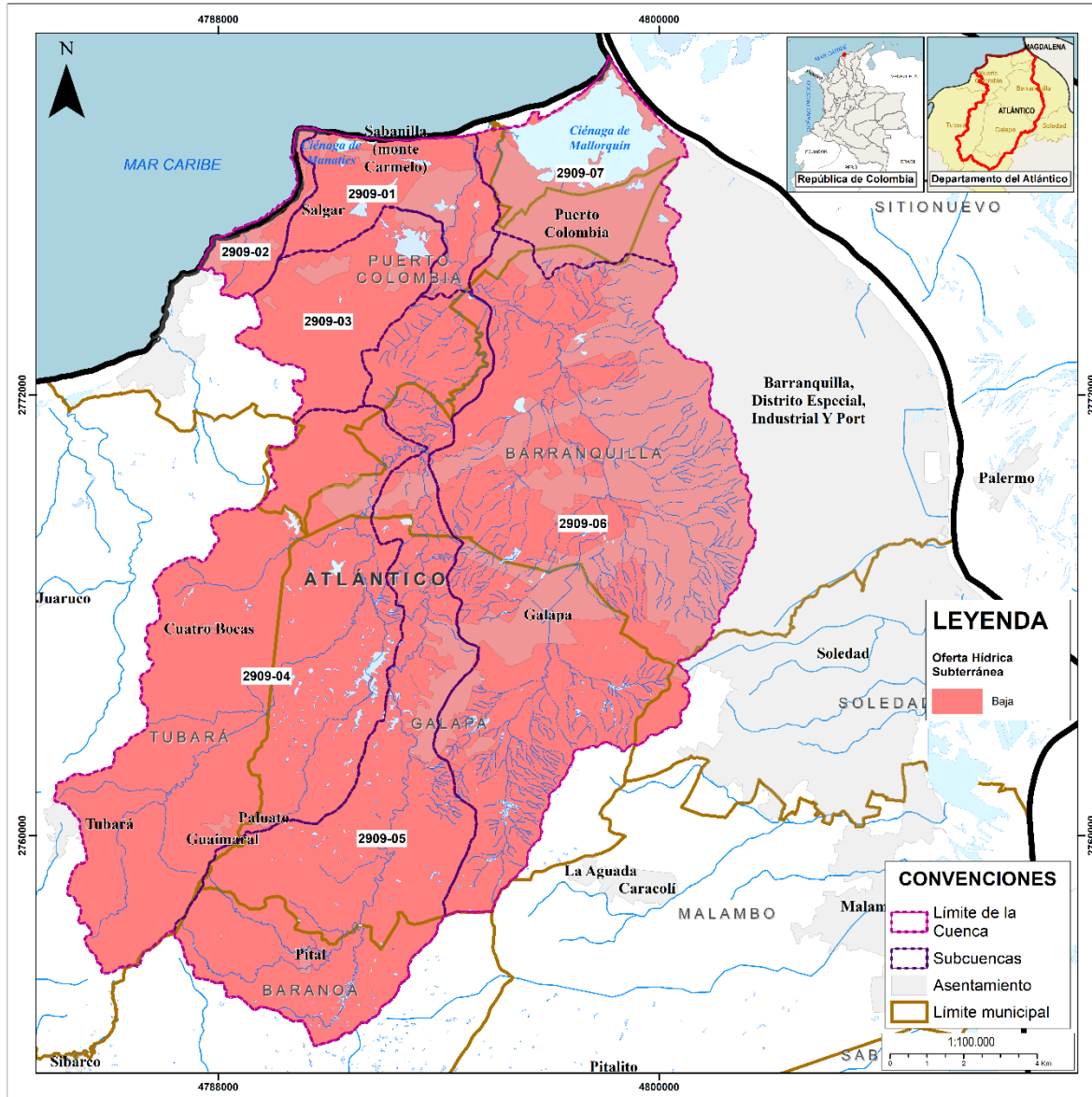




Figura 4.4. Espacialización del Indicador de Producción de alimentos

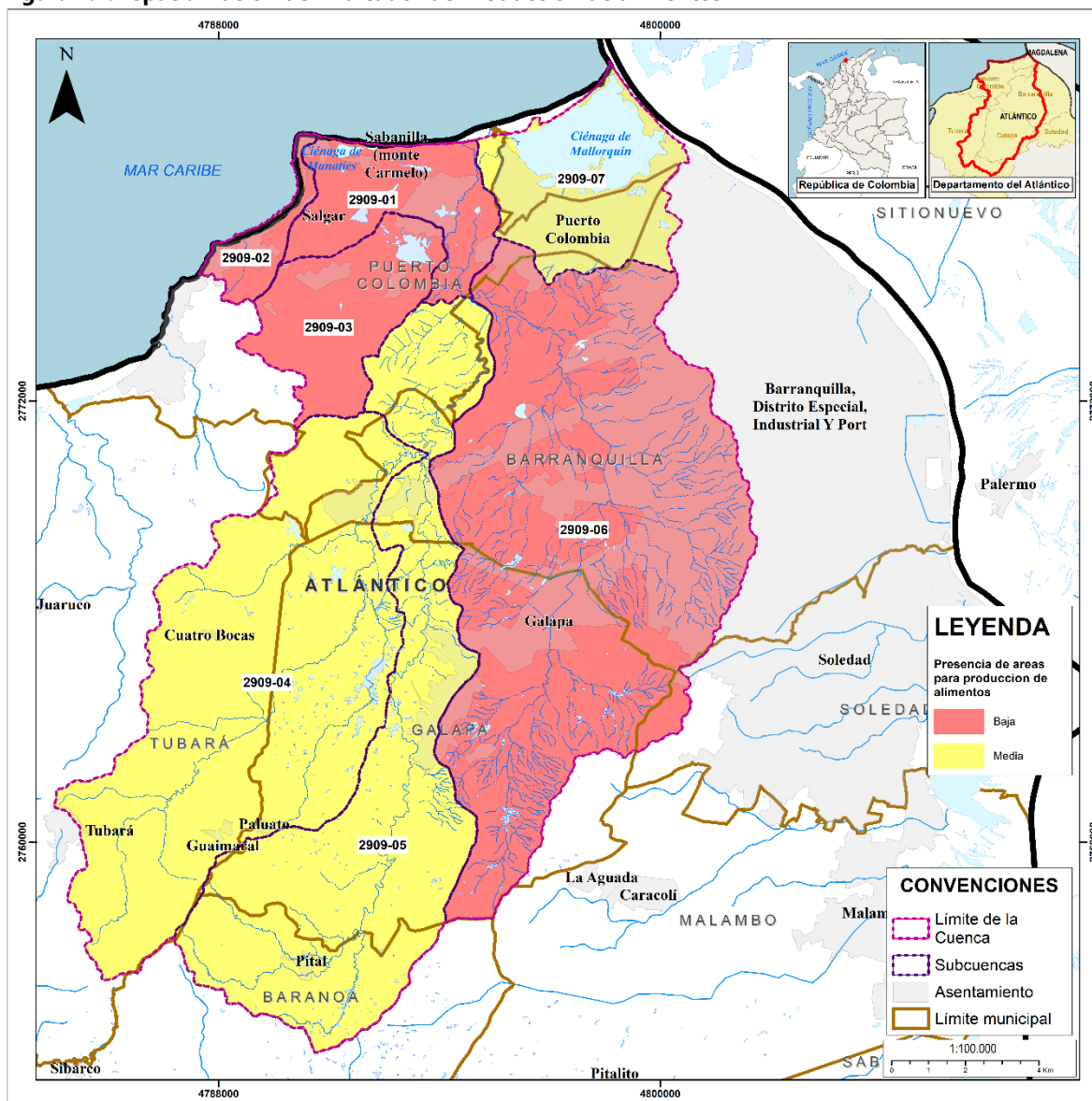




Figura 4.5. Espacialización del Indicador de Conservación de las Coberturas naturales

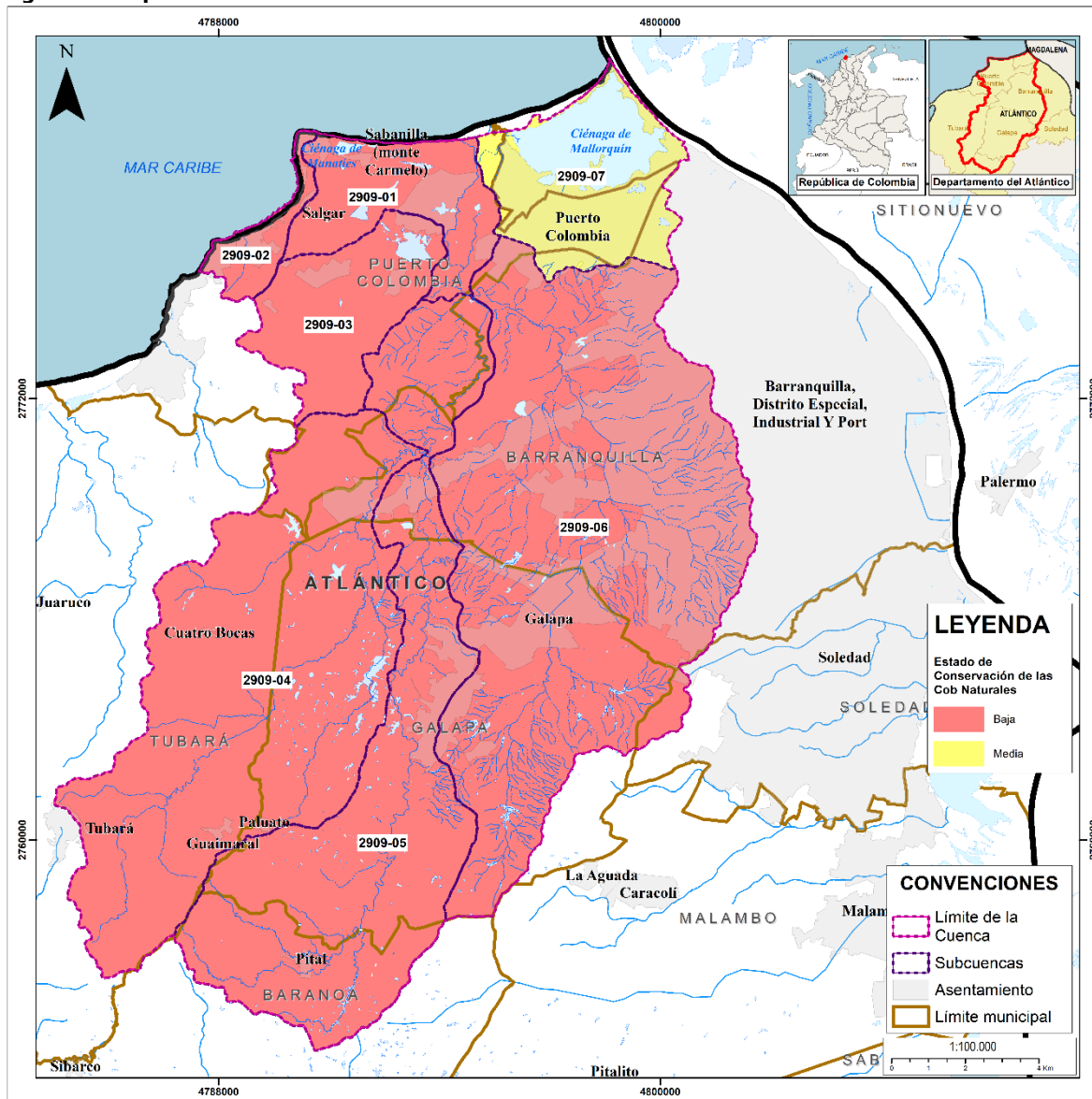




Figura 4.6. Espacialización del Indicador de Ecosistemas Estratégicos

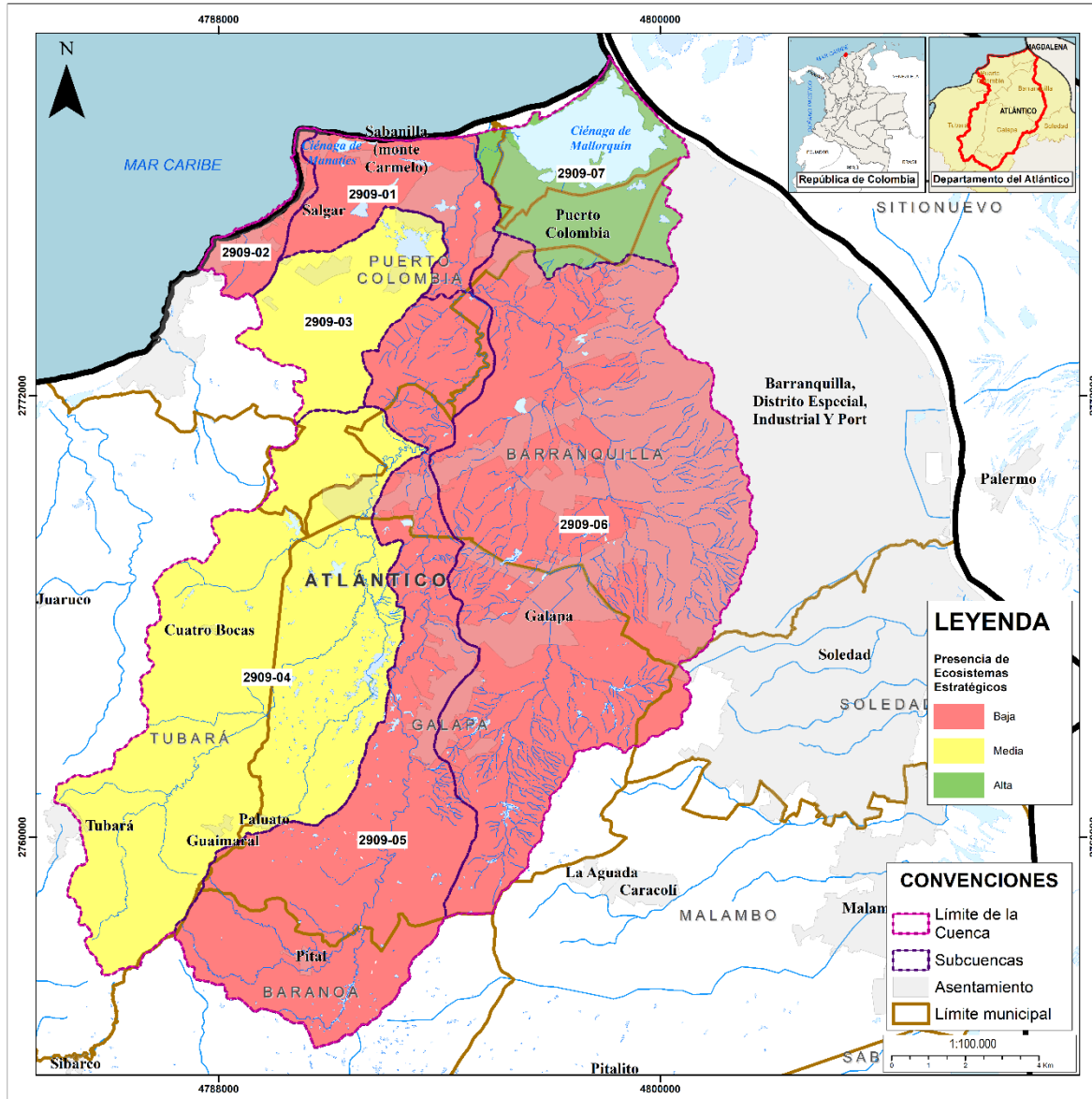
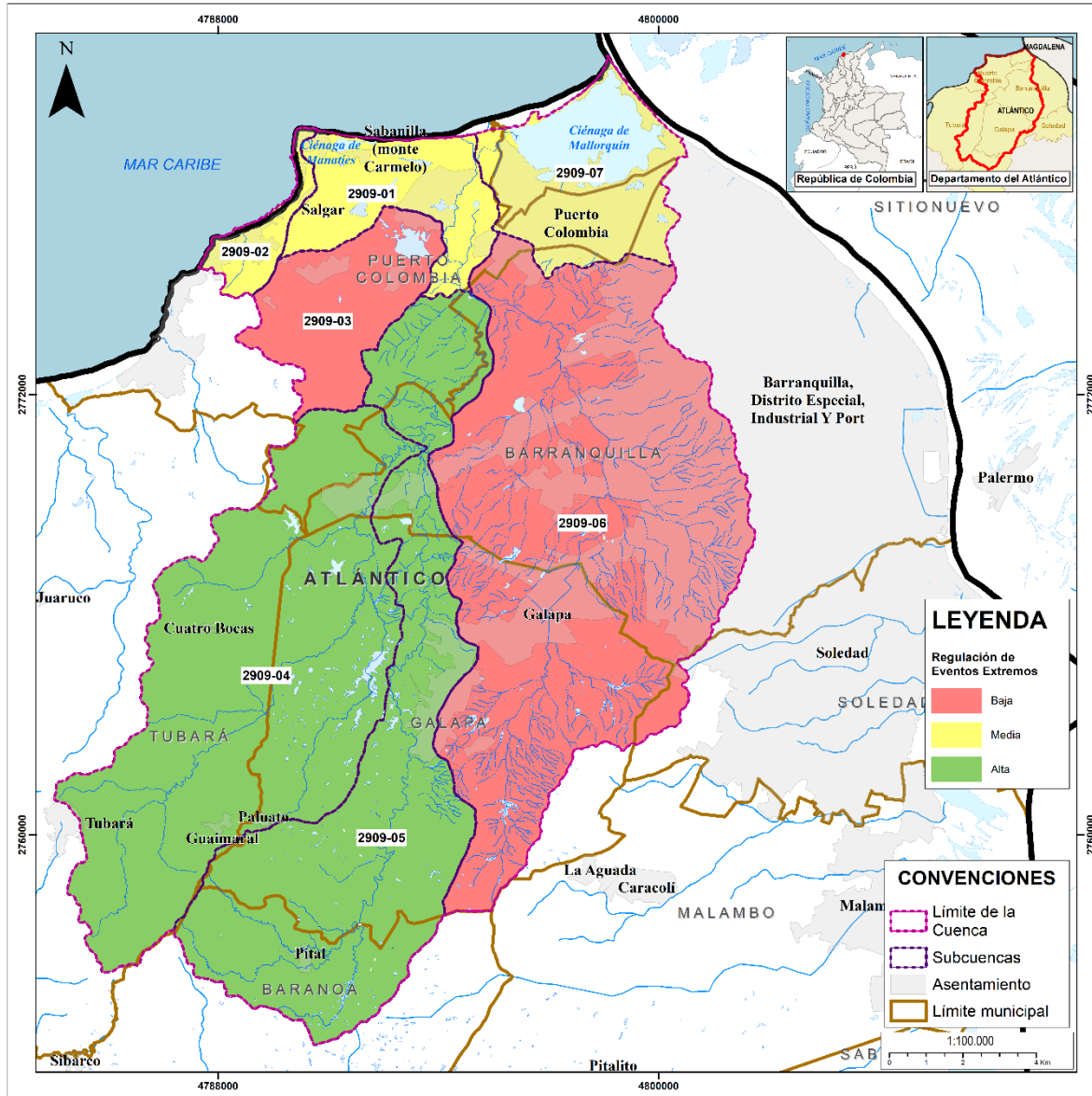


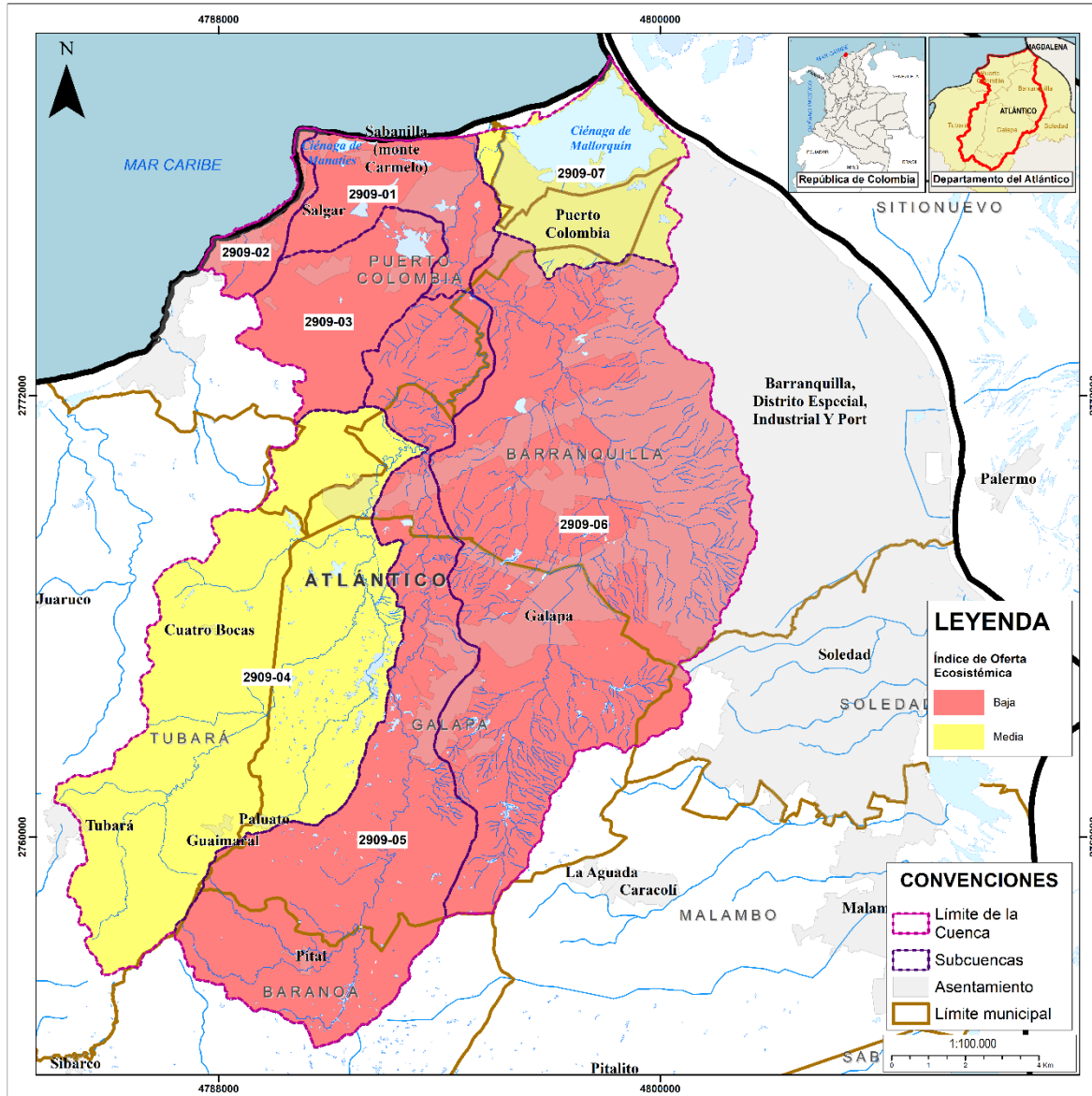


Figura 4.7. Espacialización del Indicador de Regulación de Eventos Extremos



Fuente: ECOCIALT, 2019

Figura 4.8. Espacialización del Índice de Oferta Ecosistémica



Fuente: ECOCIALT, 2019

El resultado final de la evaluación del Índice de Oferta Ecosistémica que se presenta en la Figura 4.8, muestra que para la mayor parte de la Cuenca de la Ciénaga de Mallorca y los Arroyos Grande y León la oferta ecosistémica actual es de nivel bajo. Este hecho es consistente con las áreas que sufren la presión directa de los grandes centros urbanos y los corredores industriales suburbanos. La consecuencia es la pérdida no solo de áreas considerables de ecosistemas estratégicos sino también de servicios indirectos como los de regulación, y una dependencia futura al abastecimiento de productos básicos desde territorios cercanos dominados por asentamientos de superior jerarquía funcional.

Por su parte, las unidades de nivel I de la Ciénaga de Mallorquín y el Arroyo Granda muestran un Índice de oferta ecosistémica moderado, influenciado directamente por la concentración conjunta de ecosistemas estratégicos balanceados con las áreas que producen alimentos (incluida la propia ciénaga como fuente de pesca artesanal)

Aunque el escenario actual muestra muchas desventajas desde el punto de vista de la oferta de servicios ecosistémicos, ya hay zonas donde la presión antrópica se encuentra en un relativo equilibrio; extender estas circunstancias al resto de áreas de la Cuenca con énfasis en la restauración de los ecosistemas estratégicos por encima de un 25% de representatividad, contribuirá a la búsqueda de la sostenibilidad ambiental, particularmente en un contexto en el que se espera que la demanda de bienes y servicios socioeconómicos y ambientales continuará creciendo en la medida que siguen desarrollándose este importante nodo del Sistema Nacional de Ciudades.



BIBLIOGRAFÍA

Alcaldía de Barranquilla. (s.f.). Importancia de la recuperación de los ecosistemas y cuerpos de agua urbanos: El caso de la Ciénaga de Mallorquín en Barranquilla. [Documento técnico].

Banco Mundial. (2019). Improving water supply and sanitation services in La Guajira, Colombia. Washington, D.C.: World Bank. Recuperado de <https://www.worldbank.org/en/results/2019/04/23/improving-water-supply-and-sanitation-services-in-la-guajira-colombia>

Gómez Álvarez, J. C., & Salcedo Pabón, G. J. (2016). Evaluación de la calidad del agua en las playas turísticas de Puerto Colombia, Atlántico y su relación con las fuentes de contaminación [Trabajo de grado, Universidad de la Costa, CUC]. Facultad de Ciencias Ambientales, Ingeniería Ambiental.

UNICEF. (2025). 6 cifras para entender el acceso al agua y saneamiento en Colombia. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. <https://www.unicef.org/colombia/historias/6-cifras-para-entender-el-acceso-agua-y-saneamiento-en-colombia>

Arrieta Vera, L., & De la Rosa Muñoz, J. (2003). Estructura de la comunidad íctica de la Ciénaga de Mallorquín, Caribe colombiano. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras, 32, 231–242.

Bolívar Carbonell, M., Rivillas-Ospina, G. D., Fuentes, W., Otero, L., y otros. (2019). Anthropogenic impact assessment of coastal ecosystems in the municipality of Puerto Colombia, NE Colombia. Journal of Coastal Research, 92(SI), 112–120. <https://doi.org/10.2112/SI92-013.1>

Castro-Rodríguez, E., León-Luna, I., & Pinedo-Hernández, J. (2018). Biogeochemistry of mangrove sediments in the Swamp of Mallorquín, Colombia. Regional Studies in Marine Science, 17, 38–46. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2017.11.005>

Izquierdo Calderón, W. F. (2022). Incidencia de la noción hegemónica de la gobernanza del agua en Colombia. Un análisis desde la gerencia social. Revista Perspectivas, 7(22). <https://doi.org/10.52971/rp.v7i22.6383364009>

Rodríguez-Echeverry, J., & Leiton, M. (2021). Pérdida y fragmentación de ecosistemas boscosos nativos y su influencia en la diversidad de hábitats en el hotspot Andes tropicales. Revista Mexicana de Biodiversidad, 92, e923449. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2021.92.3449>

Ruiz-Ochoa, M. A., Vargas-Corredor, Y. A., Orduz-Amaya, L. P., & Torres-Corredor, J. S. (2022). Variabilidad climática en la planificación hídrica de la cuenca del río Cravo Sur (Casanare, Colombia). *Información Tecnológica*, 33(4), 117–124. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642022000400117>

Sánchez Núñez, D. A., Pinilla, G. A., & Mancera Pineda, J. E. (2015). Efectos del uso del suelo en las propiedades edáficas y la escorrentía superficial en una cuenca de la Orinoquia colombiana. *Colombia Forestal*, 18(2), 255–272. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2015.2.a06>

Urrego, L. E., & Correa-Metrio, A. (2018). Mangrove dynamics in the Colombian Caribbean. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 70(1), 133–145. <https://doi.org/10.18268/BSGM2018v70n1a8>

Gómez Álvarez, J. C., & Salcedo Pabón, G. J. (2016). Evaluación de la calidad del agua en las playas turísticas de Puerto Colombia, Atlántico y su relación con las fuentes de contaminación [Tesis de pregrado, Universidad de la Costa]. Repositorio Universidad de la Costa.

Urrego, L. E., & Correa-Metrio, A. (2018). Mangrove dynamics in the Colombian Caribbean. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 70(1), 133–145. <https://doi.org/10.18268/BSGM2018v70n1a8>

Gómez Álvarez, J. C., & Salcedo Pabón, G. J. (2016). Evaluación de la calidad del agua en las playas turísticas de Puerto Colombia, Atlántico y su relación con las fuentes de contaminación [Tesis de pregrado, Universidad de la Costa]. Repositorio Universidad de la Costa.

García Acevedo, E. (2023). Estimación del índice de uso de agua en la microcuenca de la quebrada La Sultana ubicada en el municipio de Caldas, Antioquia perteneciente a la empresa Cipreses de Colombia S.A. [Trabajo de práctica]. Universidad de Antioquia. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Guzmán, B. L., Nava, G., & Bevilacqua, P. D. (2016). Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en Colombia: desafíos para la salud ambiental. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 34(2), 175–183. <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v34n2a06>

Rodríguez Miranda, J. P., García-Ubaque, C. A., & García-Ubaque, J. C. (2016). Enfermedades transmitidas por el agua y saneamiento básico en Colombia. *Revista de Salud Pública*, 18(5), 738–745. <https://doi.org/10.15446/rsap.v18n5.54869>

Instituto Nacional de Salud. (2016). Enfermedades vehiculizadas por agua e índice de riesgo de la calidad del agua en Colombia 2015 (G. Nava Tovar, B. L. Guzmán Barragán, M. González

Hormiga, & C. Murillo Sabogal, Eds.). Ministerio de Salud y Protección Social. ISBN: 978-958-13-0174-4

Camelo Garzón, Á. N., Solarte-Pazos, L., & López, O. (2015). Evaluación y seguimiento de planes de ordenamiento territorial en los municipios de Colombia. *Sociedad y Economía*, (28), 163–180.

[Autor no especificado]. (s.f.). Importancia de la recuperación de los ecosistemas y cuerpos de agua urbanos: El caso de la Ciénaga de Mallorquín en Barranquilla. [Documento técnico].

Tapias Escalante, L. (2016). Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en Colombia: desafíos para la salud ambiental. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 34(2), 175–183. <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v34n2a06>

Rey, M. (2016). Conservación de la agrobiodiversidad a través de la preservación de los recursos genéticos agropecuarios como soporte para una producción sostenible y aseguramiento alimentario de Colombia. *Revista Agropecuaria y Agroindustrial La Angostura*, (10), 88–90

Acosta, C. P., Benavides, J. A., & Sierra, C. H. (2015). Análisis cualitativo del deterioro de la calidad del agua y la infección por *Helicobacter pylori* en una comunidad de alto riesgo de cáncer de estómago (Cauca, Colombia). *Salud Colectiva*, 11(4), 575–590. <https://doi.org/10.18294/sc.2015.796>

León-Santiesteban, M., Mendez-Prada, M. C., Cardona-Arce, Y. P., & Guerrero-Mosquera, N. (2023). Multicriteria model for measuring the potential of cultural identity in the tourism development of Sincelejo, Colombia. *Sustainability*, 15(15082), 1–15. <https://doi.org/10.3390/su152015082>

Castro-Montaño, C. D., Gil-Pardo, D., Samboní-Valverde, M. H., & Muñoz-Solarte, D. M. (2024). Impactos ambientales y efectos en la salud en el entorno del Río Hondo, Cauca. *Ingeniería y Competitividad*, 26(3), e-20813680. <https://doi.org/10.25100/iyc.v26i3.13680>

Arciniegas Rojas, E. P., & Gómez Sánchez, N. S. (2018). Variabilidad espacial de algunas propiedades físicas y químicas de los suelos, con diferentes sistemas de manejo [Trabajo de grado, Universidad de los Llanos].

Villate Daza, D. A., Sánchez Moreno, H., Portz, L., Manzolli, R. P., Bolívar-Anillo, H. J., & Anfuso, G. (2020). Mangrove forests evolution and threats in the Caribbean Sea of Colombia. *Water*, 12(1113), 1–20. <https://doi.org/10.3390/w12041113>

Bolívar-Anillo, H. J., Soto-Varela, Z. E., Sánchez Moreno, H., Villate Daza, D. A., Rosado-Porto, D., Vega Benites, S., Pichón González, C., & Anfuso, G. (2023). A preliminary approximation

to microbiological beach sand quality along the coast of the Department of Atlántico (Caribbean Sea of Colombia): Influence of the Magdalena River. *Water*, 15(48), 1–19. <https://doi.org/10.3390/w15010048>

Morgado Ortiz, C. (2009). Tensiones y contradicciones en la nueva gestión pública latinoamericana: los retos del gerenciamiento institucional en América Latina. *Revista del CLAD Reforma y Democracia*, 45, 1–30.

Tapias Escalante, L. (2007). La evaluación de resultados como factor de aprendizaje institucional en las entidades públicas: el caso colombiano. *Revista del CLAD Reforma y Democracia*, 39, 121–148.

Rojas-Botero, S., Varela-Pinedo, L. R., Mosquera, P. A., Hurtado, D., & Rodríguez-Villamizar, L. A. (2022). Territorializing collective health: Identifying opportunity spaces for local health management in the Colombian Pacific Region. *International Journal for Equity in Health*, 21(1), 172. <https://doi.org/10.1186/s12939-022-01619-2>

Guerrero-Ramírez, N. R., Bolívar-Anillo, H. J., Rosado-Porto, D., Sánchez-Moreno, H., Soto-Varela, Z. E., Villate-Daza, D. A., Pichón-González, C., Vega-Benites, S., & Anfuso, G. (2023). Microbiological Quality of Beach Sand along the Northern Coast of Colombia: A Comparative Analysis of Dry and Wet Seasons. *Water*, 15(3696), 1–18. <https://doi.org/10.3390/w15203696>