



CORANTIOQUIA



**ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANEJO
AMBIENTAL Y DE INVERSIONES PARA EL ÁREA DE
INFLUENCIA DE LA PLANTA TERMOELÉCTRICA
LA SIERRA**

(Contrato 110-CNT2201-38)



Julio 2022

CONSORCIO PMA 2021

Contrato No. 110-CNT2201-38

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL Y
DE INVERSIONES PARA EL ÁREA
DE INFLUENCIA DE LA PLANTA
TERMOELÉCTRICA LA SIERRA**

**3.1 SÍNTESIS AMBIENTAL DEL
ÁREA DE ESTUDIO**

VERSIÓN APROBADA

Julio de 2022



CORANTIOQUIA



TABLA DE CONTENIDO

1	SÍNTESIS AMBIENTAL	8
1.1	ÁREAS POTENCIALES	8
1.1.1	Áreas potenciales asociadas al recurso aire.....	8
1.1.2	Áreas potenciales asociadas a residuos sólidos y saneamiento básico	8
1.1.3	Áreas potenciales asociadas al recurso suelo	9
1.1.4	Áreas potenciales asociadas al recurso hídrico	10
1.1.5	Áreas potenciales asociadas al componente biótico.....	11
1.1.6	Áreas potenciales asociadas al componente de fauna silvestre	11
1.1.7	Áreas con potencialidad de acuífero alto	12
1.1.8	Áreas potenciales del área de estudio	12
1.2	ÁREAS CRÍTICAS	14
1.2.1	Áreas críticas asociadas al recurso aire	15
1.2.2	Áreas críticas asociadas a residuos sólidos y saneamiento básico .	16
1.2.3	Áreas críticas asociadas al recurso suelo	18
1.2.4	Áreas críticas asociadas al recurso hídrico	19
1.2.4.1	<u>Complejo Cenagoso de Barbacoas</u>	19
a.	<u>Amenazas antrópicas en la Ciénaga de Barbacoas</u>	20
b.	<u>Calidad del agua en la Ciénaga de Barbacoas</u>	21
1.2.4.2	<u>Complejo Cenagoso de Chiqueros</u>	23
a.	Calidad del agua Ciénaga de Chiqueros	24
b.	<u>Demanda hídrica total de la Ciénaga de Chiqueros</u>	28
c.	<u>Evolución del espejo de agua de la Ciénaga de Chiqueros</u>	28
1.2.4.3	<u>Ciénaga La India</u>	29
1.2.5	Áreas críticas asociadas al componente biótico	30
1.2.6	Áreas críticas asociadas a la Fauna Silvestre.....	31
1.2.7	Áreas críticas asociadas al Riesgo	32
1.2.8	Áreas críticas asociadas al componente hidrogeológico	35
1.2.9	Contexto Socioeconómico asociado a las áreas Críticas	39

1.2.10	Áreas críticas en el área de estudio.....	41
1.3	SÍNTESIS AMBIENTAL.....	44
1.4	DEFINICIÓN Y PRIORIZACIÓN DE PROBLEMAS Y CONFLICTOS .	46
1.4.1	Definición de problemas y conflictos.....	47
1.4.2	Priorización de problemas y conflictos.....	51
1.5	LÍNEA BASE DE INDICADORES	56
2	BIBLIOGRAFÍA.....	81
3	ANEXOS	83

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1-1</i> Potencialidades identificadas en el área de estudio.....	13
<i>Figura 1-2</i> Conflictos por uso del suelo en el área de estudio.....	18
<i>Figura 1-3</i> Espejo de agua de Ciénaga Chiqueros 1985-2021	28
<i>Figura 1-4</i> Tipos de eventos naturales con más recurrencia.....	33
<i>Figura 1-5</i> Distribución por tipo de evento.....	34
<i>Figura 1-6</i> Fuentes asociadas a contaminación de acuíferos	39
<i>Figura 1-7</i> Mapa de áreas críticas en el área de estudio	43
<i>Figura 1-8</i> Diagrama para definición de la Síntesis ambiental del área de estudio.....	44
<i>Figura 1-9</i> Mapa de síntesis ambiental en el área de estudio	46

LISTA DE TABLAS

Tabla 1-1	12
Tabla 1-2 <i>Aspectos considerados en la determinación de áreas críticas</i>	14
Tabla 1-3 <i>Índices de contaminación del Complejo Cenagoso de Barbacoas</i>	22
Tabla 1-4 <i>Índices de contaminación del Complejo Cenagoso de Chiqueros</i>	24
Tabla 1-5 <i>Demandas por tipo de uso</i>	28
Tabla 1-6 <i>Cambios en la extensión del espejo de agua de la Ciénaga de Chiqueros para el periodo</i>	29
Tabla 1-7 <i>Afectaciones en los últimos 22 años</i>	33
Tabla 1-8 <i>Puntos de agua subterránea en el área de estudio</i>	35
Tabla 1-9 <i>Criterios para la evaluación de áreas Críticas</i>	42
Tabla 1-10 <i>Distribución de áreas críticas en el área de estudio</i>	43
Tabla 1-11 <i>Clasificación de áreas críticas en el área de estudio</i>	44
Tabla 1-12 <i>Distribución de la síntesis en el área de estudio</i>	45
Tabla 1-13 <i>Síntesis de problemas y conflictos en el área de estudio</i>	47
Tabla 1-14 <i>Criterios para la evaluación de problemáticas y conflictos</i>	51
Tabla 1-15 <i>Rangos de priorización</i>	52
Tabla 1-16 <i>Evaluación de problemáticas y conflictos</i>	53
Tabla 1-17 <i>Priorización de problemáticas y conflictos</i>	55
Tabla 1-18 <i>Indicadores del diagnóstico</i>	56

INTRODUCCIÓN

El presente informe de síntesis ambiental del área de estudio pretende determinar mediante la metodología adaptada del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS 2013), subzonas internas, en las cuales existen alteraciones que disminuyen condiciones ambientales las cuales son la base para la sostenibilidad de un territorio. Es así que una vez identificados los problemas y conflictos prioritarios que impactan de manera negativa el área de estudio, estos se especializan para determinar áreas potenciales en las que confluyen estas situaciones y marcan la criticidad de un área determinada, con el fin de realizar una inversión ambiental con el fin de mejorar su estado actual.

OBJETIVOS

GENERAL

Analizar y caracterizar los principales problemas ambientales del área de estudio con el fin de generar medidas de manejo de los recursos naturales en pro de su beneficio

ESPECÍFICO

Mediante la siguiente metodología se pretende:

Priorizar y localizar las áreas críticas (ya que son las que necesitan de una intervención positiva para su restauración), mediante el análisis de los componentes físicos y socioambientales presentes en el área de estudio, teniendo como criterio los factores más relevantes, que han llevado a la pérdida del recurso y de acuerdo con la metodología propuesta por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS 2013.

1 SÍNTESIS AMBIENTAL

1.1 ÁREAS POTENCIALES

Dentro del análisis global del área de estudio, además de determinar zonas críticas para establecer planes o proyectos en su mejoramiento ambiental, se considera procedente precisar que hay zonas potenciales resilientes, las cuales aun cuando no forman parte integral del análisis de criticidad de la zona, presentan un impacto ambiental positivo y corresponden a aquellas que benefician y/o mitigan impactos negativos. A continuación, precisamos algunos factores potencialmente positivos presentes en el área de estudio tales como:

1.1.1 Áreas potenciales asociadas al recurso aire

Aunado al análisis anteriormente expuesto en la fase de diagnóstico del presente PMA, en donde se determinó que para el recurso aire, se determinó que el municipio de Puerto Berrío, de acuerdo con los datos reportados y el Índice de la Calidad del Aire (ICA), presenta un estado de calidad del aire bueno.

Tal es el caso para el contaminante PM_{2.5}, el cual cumple con lo estipulado en la normatividad vigente, de acuerdo a los monitoreos periódicos, donde se considera que las acciones encaminadas a conservar la calidad del aire por parte de Corantioquia y la practicidad de la red piragua que en su geo portal web, permite precisar en tiempo real, la calidad del aire en distintos puntos de monitoreo bajo su jurisdicción. Por tal razón, el municipio de Puerto Berrío, puede considerarse como un área potencial en calidad del aire, pues se evidenció, en general, un reporte constante de ICA con una calidad “buena” para los monitoreos realizados en comparación a los demás municipios que comprenden el área de estudio. Ver Figura 3 - 44 Índice calidad del aire municipio de Puerto Berrío, del capítulo 2.1

1.1.2 Áreas potenciales asociadas a residuos sólidos y saneamiento básico

En cuanto a las áreas potenciales asociadas a los residuos sólidos, cabe resaltar que, los municipios de Yondó y Puerto Nare, según los análisis de la información secundaria en la fase de diagnóstico, presentan una deficiencia en sus sistemas de disposición final de residuos; mientras que, para el municipio de Puerto Berrío específicamente, este es el único que para el área de estudio, cuenta con un relleno sanitario que no ha culminado su vida útil y que así mismo ha oficializado la respectiva solicitud para la modificación de la licencia ambiental establecida en la Resolución 130ZF-411 de septiembre de 2010, además, según su última actualización de PGIRS, este reporta aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos y elaboración de compost con algunos de estos. Partiendo

de los argumentos anteriormente expuestos, el municipio de Puerto Berrío, para el componente de residuos sólidos, es calificado como un área potencial dentro del área de estudio, en comparación a los demás municipios. El detalle del manejo de los residuos sólidos se expone en la fase de diagnóstico del presente PMA.

Con respecto a las áreas potenciales por saneamiento básico en el área de estudio, cabe resaltar que, con respecto a los demás municipios, Puerto Berrío y Puerto Nare, presentan una buena cobertura de servicios de acueducto y alcantarillado.

Para el caso de Puerto Berrío, con respecto al servicio público de acueducto, este presenta una cobertura total de 88.8%, cubriendo el 100% de su cabecera municipal, el agua utilizada para abastecer la zona urbana del municipio es tomada del Río Magdalena, cuenta además con una planta de tratamiento de agua potable y una red de acueducto en expansión, que surte desde un tanque de almacenamiento, junto con una torre de distribución. La empresa prestadora del servicio es Aguas del Puerto S.A. E.S.P. regida por régimen privado, la cual también presta el servicio de alcantarillado, aseo y alumbrado en todo el municipio.

El municipio de Puerto Nare, por su parte, obtiene el servicio de acueducto a través de Empresas Públicas de Puerto Nare S.A. E.S.P, entidad descentralizada la cual también presta el servicio de alcantarillado, aseo y alumbrado en todo el municipio. Presenta una cobertura total del 98.3%; en la zona urbana la cobertura es del 98%. La fuente de abastecimiento de acueducto que surte la cabecera de este municipio es la quebrada La Soná.

La cobertura del alcantarillado para el año 2020 en los municipios de Puerto Berrío y Puerto Nare alcanzó el 88.8%, 88.6% respectivamente.

Los argumentos expuestos anteriormente, en cuanto a saneamiento básico para los municipios de Puerto Nare y Puerto Berrío, los califican como áreas potenciales en saneamiento básico dentro del área de estudio, debido a que, en comparación al municipio de Yondó, estos presentan una cobertura aceptable en servicios de acueducto y alcantarillado.

1.1.3 Áreas potenciales asociadas al recurso suelo

Las áreas potenciales asociadas al recurso suelo, corresponde a las áreas sin conflicto o con uso adecuado las cuales comprende una superficie de 119.936,45 ha. y representan el 31,72% del área de estudio, en estas zonas las actividades productivas son compatibles con la vocación de uso del suelo, por lo cual no producen deterioro ambiental. En esta clasificación también se encuentran las zonas con coberturas naturales, que son áreas potenciales para la conservación y la restauración, pues mantienen la provisión de bienes y servicios en el territorio.

Así mismo, se identifican como áreas potenciales las tierras que presentan conflicto por subutilización y que son las de mayor extensión con 133.070,24 ha. que equivalen al 35,20% del área de estudio, en estas zonas, el uso actual es menos intenso respecto a la capacidad productiva del suelo, por lo tanto, son áreas que se pueden aprovechar mediante la implementación de sistemas silvoagrícolas, silvopastoriles y agrosilvopastoriles que mejoren la seguridad alimentaria y el desarrollo económico en el área de estudio.

1.1.4 Áreas potenciales asociadas al recurso hídrico

Con respecto a la designación de áreas potenciales para el recurso hídrico dentro del área de estudio, se tiene como sustento el análisis de información secundaria en la fase de diagnóstico del presente PMA, en el área de estudio se encuentran sucintas las siguientes cuencas : Río Cimitarra y otros directos al Magdalena , Río Ité, Río San Bartolomé y otros directos al Magdalena Medio, Río Samaná Norte, Río Nare, Río Nus, Río Cocorná y directos Magdalena Medio entre ríos La Miel y Nare (mi), a las cuales se les hizo un previo análisis que compete principalmente calidad del agua, el cual se designó como el principal conflicto y problemática determinante de áreas críticas del presente documento. De dicho análisis se obtuvo que, en cuanto al índice de calidad del agua (ICA) para estas cuencas, este oscila entre una calidad excelente, buena y media, razón por la cual, según los fines de esta síntesis ambiental, estas no fueron designadas como áreas críticas en el área de estudio; complementario a lo anterior, cabe resaltar que del análisis de dichos reportes del índice de calidad del agua ICA, únicamente para la cuenca del Río Samaná Norte, se registraron dos puntos de monitoreo que reportaban una calidad del agua baja, sin embargo, al ser poco representativos en la escala geográfica y el alcance del presente PMA, estas no se tuvieron en cuenta como áreas críticas dentro del área de estudio a diferencia de la representatividad de los complejos cenagosos designados como críticos en el área de estudio, los cuales se describirán de manera detallada en los siguientes numerales.

El detalle de calidad del agua para los distintos cuerpos de agua superficiales se expone en la fase de diagnóstico del presente PMA, sin embargo, cabe resaltar que los cuerpos de agua superficiales correspondientes a : Río Cimitarra y otros directos al Magdalena , Río Ité, Río San Bartolomé y otros directos al Magdalena Medio, Río Samaná Norte, Río Nare, Río Nus, Río Cocorná y directos Magdalena Medio entre ríos La Miel y Nare (mi), se designan según el posterior análisis en la fase de diagnóstico, como áreas potenciales correspondientes al recurso hídrico y de saneamiento hídrico según sus resultados en ICA, los cuales, en comparación a los complejos cenagosos reportan una calidad general estable.

1.1.5 Áreas potenciales asociadas al componente biótico

Las áreas potenciales del componente biótico, corresponden a los ecosistemas naturales asociados a bosques, herbazales, vegetación secundaria, arbustales, zonas pantanosas, lagunas, lagos y ciénagas, así como los ríos, que fundamentan la estructura ecológica principal del territorio. El potencial de estas áreas está enfocado en la biodiversidad que alberga y los servicios ecosistémicos que proveen, como la provisión de alimentos, agua limpia, regulación de enfermedades y del clima, la formación de suelos, mantenimiento de los ciclos biogeoquímicos, además de los servicios culturales, recreativos y espirituales.

Estos ecosistemas naturales albergan diversidad de especies de flora, algunas de las más representativas son: *Piper sucrense* (Piper), *Jacaranda hesperia* (Gualanday), *Swartzia colombiana* (Swartzia), *Zamia incognita* (Zamia), *Cariniana pyriformis* (Abarco), *Swartzia oraria* (Costillo), *Clathrotropis brunnea* (Sapán), *Astrocaryum malybo* (Macana), entre otras. A nivel de fauna se encuentran especies como *Crax Alberti* (Paujil), *Ortalis columbiana* (Guacharaca), *Ateles hybridus* (Marimonda del Magdalena), *Saguinus leucopus* (Tití gris), *Lontra longicaudis* (Nutria), *Leopardus wiedii* (Tigrillo), *Puma concolor* (puma), entre otros. Estas especies son consideradas de importancia ecológica, por su distribución restringida y/o por encontrarse bajo alguna categoría de amenaza (Franco J., 2016; Fundación Natura, 2020).

1.1.6 Áreas potenciales asociadas al componente de fauna silvestre

Se consideran como áreas potenciales las zonas donde se conservan las coberturas naturales terrestres que sirven de hábitat para la fauna, particularmente los grandes parches o núcleos capaces de albergar poblaciones estables; por esto, también se consideran como áreas potenciales aquellas zonas que sirven como corredores naturales para la conectividad entre estos grandes núcleos.

En el sur de Yondó, gran parte de estos parches de coberturas naturales terrestres se encuentran en el DRMI Ciénaga de Barbacoas y en la RNSC San Bartolo, y en menor medida en las otras áreas SINAP del área de estudio; así mismo, parte de la cobertura de ecosistemas estratégicos (humedales) se encuentra legalmente protegida dentro de estas áreas SINAP. Por estas razones, y por sus respectivos planes de manejo y zonificaciones, además de que varias áreas SINAP tienen dentro de sus Valores Objeto de Conservación a especies de fauna amenazada, y que el DRMI Cañón del Río Alicante fue declarada como Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), es que son áreas potenciales para la fauna.

Por otro lado, se encuentran en el territorio otras figuras de protección que no hacen parte del SINAP, como el área priorizada por biodiversidad del Corredor Cárstico, que alberga gran parte de los parches de coberturas naturales en Puerto Berrío y Puerto Nare, y los corredores para la fauna (manatí, puma y jaguar) declarados por ordenanza departamental, que presentan traslapes con varias de las áreas

potenciales mencionadas anteriormente, por lo que estas figuras de protección ajenas al SINAP también deben ser consideradas como áreas potenciales para la fauna.

Pueden ser consideradas como áreas potenciales los cuerpos de agua en los que existe algún tipo de manejo, plan de manejo ambiental o plan de manejo pesquero, como el complejo de humedales Barbacoas (Corporación Montañas, 2005). Y los cuerpos de agua de importancia social donde, por medio de los contratos de inversión ambiental, se realiza periódicamente mantenimiento y recuperación (al menos removiendo el exceso de vegetación macrófita y sedimentos), como la ciénaga La India en Puerto Nare, la ciénaga La Samaria en Puerto Berrío y el complejo cenagoso El Totumo en Yondó, donde además se ha realizado disposición de biomasa de macrófitas y pastos para que sean aprovechadas por los manatíes como alimento (Alcaldía Municipal de Yondó, 2020).

1.1.7 Áreas con potencialidad de acuífero alto

Uno de los factores potenciales presentes en la zona corresponde al corredor cárstico, el cual en la actualidad presenta un potencial de acuífero muy alto, esta condición beneficia el abastecimiento subterráneo de la zona, potencializando los cuerpos lénticos en épocas del año donde se presenta estiaje

1.1.8 Áreas potenciales del área de estudio

Las potencialidades se refieren a condiciones inherentes al área de estudio, las cuales con algún manejo son opciones que favorecen el desarrollo sostenible de la misma. Esto demanda capacidad institucional, sectorial y de las organizaciones de base para innovar y ser capaces de aprovechar los cambios del entorno, así como las fortalezas de los subsistemas del área de estudio para lograr cambios de comportamiento en los actores y desarrollos tecnológicos que favorezcan el acceso, uso y aprovechamiento de los recursos naturales sin detrimento de su capacidad para mantener la funcionalidad de este en el área de estudio (MADS, 2013).

Una vez definidas las áreas potenciales, se referenciaron en el área de estudio aquellas que contaban con información cartográfica oficial tal como se presenta en la Tabla 1-1 y en la *Figura 1-1*. Lo cual permitió identificar su distribución y localización espacial.

Tabla 1-1

Potencialidades identificadas en el área de estudio

COMPONENTE	ÁREA POTENCIAL
Calidad del Aire	Estación de Calidad de aire del Municipio de Puerto Berrío
Residuos Sólidos	Cabecera municipal de Puerto Berrío

COMPONENTE	ÁREA POTENCIAL
Saneamiento básico	Cabeceras municipales de Puerto Berrío y Puerto Nare
Suelos	Áreas sin conflicto o usos adecuados
Áreas con potencial de acuífero	Potencial de acuífero muy alto
Áreas potenciales para la provisión de servicios ecosistémicos en Fauna y Flora.	Áreas naturales Áreas húmedas y Superficies de agua
Áreas SINAP	Distritos Regionales de Manejo Integrado Reservas Naturales de la Sociedad Civil
Complejo de humedales	Humedales localizados dentro de las Áreas SINAP Ciénaga La Samaria, El Totumo y La India
Prioridades para la conservación de la biodiversidad	Corredor Cárstico

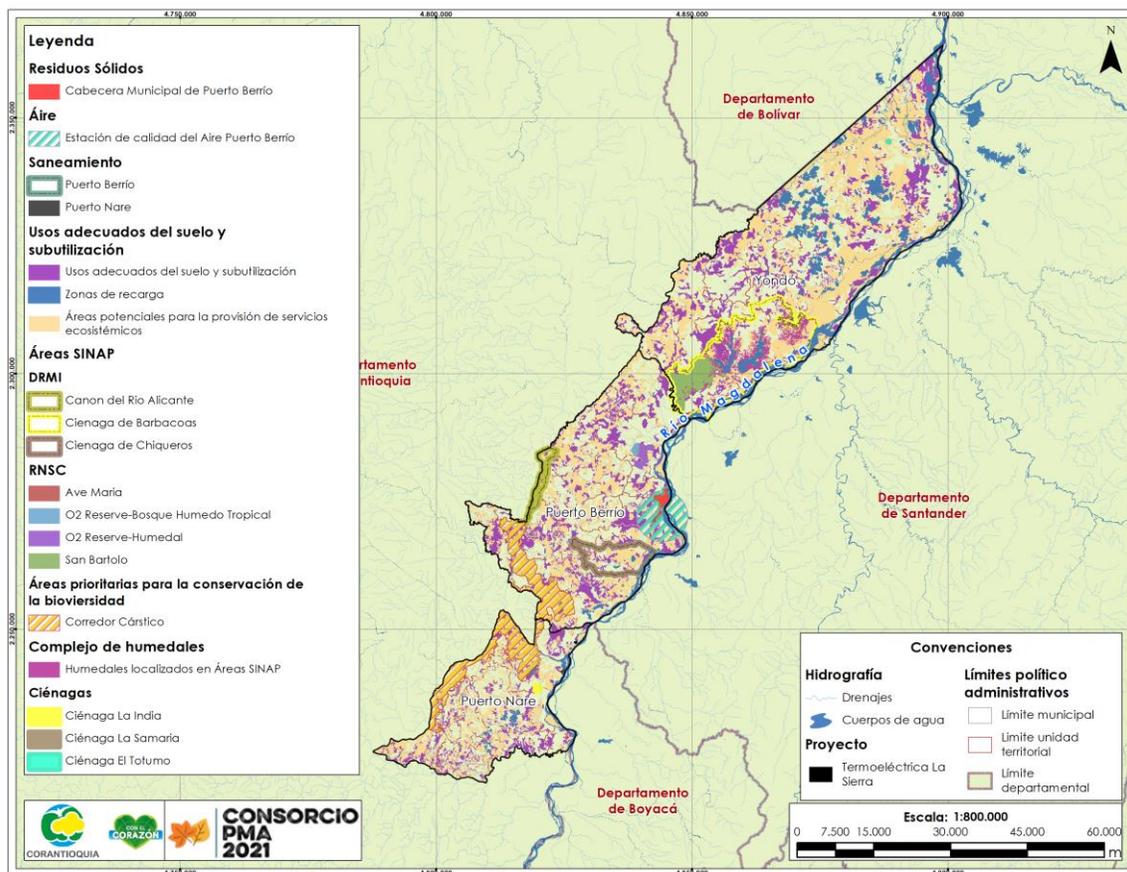


Figura 1-1 Potencialidades identificadas en el área de estudio

Fuente: Consorcio PMA 2021, 2022

1.2 ÁREAS CRÍTICAS

Un área crítica, es aquella en la que existen alteraciones de tipo natural y antrópico principalmente, que afectan de manera negativa las condiciones ambientales que hacen insostenible los servicios ecosistémicos prestados por los recursos: agua, flora, suelo y fauna dentro del área de estudio. A continuación, se registran las distintas áreas críticas, para el área de estudio por componente.

Tabla 1-2

Aspectos considerados en la determinación de áreas críticas

RECURSO O COMPONENTE	INSUMO	PROBLEMA/ CONFLICTO
Aire	Resultados de monitoreos de calidad del aire en los municipios del área de estudio	Afectación a la calidad del aire
Residuos sólidos y Saneamiento básico	Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos de los municipios del área de estudio	Deficiencia en la disposición final de residuos sólidos
	Planes de desarrollo municipal	Carencia o deficiencia en la prestación y cobertura de servicios de acueducto y alcantarillado
Suelo	Mapa de conflicto por uso del suelo	Uso inadecuado del suelo
Recurso hídrico	Definición del estado de afectación por intervención antrópica y calidad de cuerpos de agua superficial en el área de estudio.	Alteración en la calidad de cuerpos de agua superficial en el área de estudio.
Biótico	Mapa de cambio de coberturas naturales periodo 2009 - 2018. Bibliografía consultada, recorridos realizados, talleres con la comunidad	Pérdida de coberturas naturales
		Afectación directa a la fauna silvestre (Terrestre y acuática)

RECURSO O COMPONENTE	INSUMO	PROBLEMA/ CONFLICTO
Fauna silvestre	Bibliografía consultada, recorridos realizados, talleres con la comunidad y mapa de coberturas de la tierra 2018.	Pérdida de hábitat y afectación directa a la fauna silvestre
Riesgos	Análisis de registros históricos, mapas de inundación y movimientos en masa.	Riesgo por inundación y movimientos en masa.
Socioeconómico	Análisis político, administrativo y socioeconómico en las áreas críticas en los territorios	Presión sobre los recursos naturales por la dinámica socioeconómica
Hidrogeológico	Cartografía geológica, geomorfológica e hidrogeológica	Potencial bajo y vulnerabilidad de aguas subterráneas por desabastecimiento y calidad

Fuente: Consorcio PMA 2021, 2022

1.2.1 Áreas críticas asociadas al recurso aire

Para el área de estudio las zonas críticas asociadas al recurso aire, corresponden a los municipios que presentan un índice de calidad del aire (ICA) que sobrepasa los valores máximos permisibles establecidos por la norma colombiana diaria y anual, en los monitoreos registrados. Estos, se identificaron con base en el análisis de los monitoreos de calidad del aire consignados en la fase de diagnóstico del presente PMA.

En primer lugar, se determinó que, en el municipio de Yondó, la calidad del aire se encuentra mayormente en categoría “aceptable”, representando la posibilidad de que una pequeña parte de la población especialmente sensible puede presentar síntomas respiratorios ante la exposición a factores atmosféricos adversos. Adicionalmente, para algunos días se tuvo un reporte de calidad del aire “dañina a la salud para grupos sensibles” lo cual indica que grupos poblacionales, como personas con enfermedades cardiacas o pulmonares, adultos mayores, y niños,

puedan estar durante este periodo en mayor riesgo de verse afectados ante la exposición a estos picos atmosféricos de condición adversa.

Por otra parte, en el municipio de Puerto Nare, los monitores realizados en el caserío (Estación La Sierra) y en la termoeléctrica de Empresas Públicas de Medellín - EPM (Estación Termoeléctrica), según lo consignado en la fase de diagnóstico, reportaron que, la mayoría de monitoreos no supera la norma colombiana diaria, sin embargo, si se sobrepasan los valores máximos permisibles a nivel anual, y de igual forma muestra una tendencia al aumento. Cabe resaltar que la estación La Sierra se localiza en un sector industrial dedicado principalmente a la producción de cal y cemento y en el cual se llevan a cabo actividades de trituración y pulverización de grandes partículas, dando origen al polvo sedimentable presente en el aire.

Los argumentos expuestos anteriormente, tanto para el municipio de Yondó como para Puerto Nare, califican estos como áreas de perturbación atmosférica que competen al recurso aire, por sobrepasar los valores máximos permisibles establecidos para calidad de aire en los monitoreos realizados, sin embargo, según lo expuesto de igual forma en la fase de diagnóstico, estos no llegan a representar un riesgo significativo tanto para los habitantes como para el ambiente circundante, no obstante, estos se consideran dentro de la evaluación de áreas críticas para el recurso aire, representando una calificación no crítica respecto a los demás componentes, sin embargo de no presentarse medidas que mantengan este estado, su criticidad podría aumentar.

1.2.2 Áreas críticas asociadas a residuos sólidos y saneamiento básico

Con respecto a las áreas críticas asociadas a los residuos sólidos para el área de estudio, estas corresponden a los municipios que presentan deficiencia en cuanto a la disposición final de los mismos. Estos, se identificaron con base en el análisis de los distintos PGIRS (Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos) consignado en la fase de diagnóstico del presente PMA, haciendo énfasis principalmente en la vida útil de los rellenos sanitarios con los que cuentan.

Partiendo de lo anterior, se definió que el municipio de Yondó, cuenta con el relleno sanitario: "Las Américas", sin embargo, este culminó su vida útil y actualmente se encuentra bajo prórroga de Licencia Ambiental según Resolución No.130FZ-1311-6219 del 12 de noviembre de 2013, fijada por la vida útil del proyecto. Dado al mal manejo de operación y la poca cultura de separación en la fuente, se presentó colmatación prematura de la celda, para lo cual se solicitó modificación de licencia en junio de 2015, según radicado No. 160ZF-1506-1237 de Corantioquia oficina territorial de Zenufaná el 06 de diciembre de 2019, según la Resolución No.160ZF-RES1912-7297, fue negada la modificación de la "Licencia del Relleno Sanitario las Américas". Lo anterior evidencia una crisis sanitaria y ambiental, ya que la celda presenta sobresaturación perdiendo capacidad de manejo de talud, lixiviados y de gases, generando impacto directo al suelo de la zona cercana. Cabe resaltar que,

para Yondó, no se tiene reporte de aprovechamiento de residuos, circunstancia que agrava la problemática expuesta, pues todos los residuos generados en el municipio siguen una ruta de disposición final directa al relleno sanitario.

Así mismo, el municipio de Puerto Nare, cuenta con el relleno sanitario: "El Pescado" el cual no ha oficializado trámite de renovación o construcción. El municipio reporta un total de 37.2 (t/año) de residuos aprovechados, sin embargo, este representa un porcentaje mínimo del total generado, correspondiente al 1.5%, para un total de residuos sólidos que van a disposición final de 10.930 toneladas por año, lo cual evidencia un déficit en la gestión integral en cuanto a generación, recolección, aprovechamiento y disposición de los mismos, además, se ha identificado como una de sus problemáticas ambientales el aumento de la producción de residuos sólidos, así como el inadecuado manejo de los mismos en el relleno sanitario, lo que ha reducido de manera considerable la vida útil de éste.

Los argumentos expuestos anteriormente, tanto para el municipio de Yondó como para Puerto Nare, califican estos como áreas críticas asociadas a residuos sólidos, por la deficiencia y carencia que existe en la disposición final de los residuos sólidos que se generan en dichos municipios.

Por otra parte, las áreas críticas asociadas al saneamiento básico en el área de estudio, corresponden a los municipios que presentan carencia o deficiencia en la prestación y cobertura de servicios de acueducto y alcantarillado. Estos, se identificaron con base en el análisis de los planes de desarrollo correspondientes, en la fase de diagnóstico del presente PMA, haciendo énfasis principalmente en la cobertura de estos servicios.

De esta forma, se determinó, que el municipio de Yondó, con respecto a Puerto Nare y Puerto Berrío, presentaba la mayor deficiencia en cobertura y prestación de estos servicios públicos que conciernen al saneamiento básico del municipio.

En cuanto al servicio de acueducto, la cobertura total del servicio en el municipio es del 59.5%; 9.5 puntos por debajo del promedio nacional. Así mismo, del total de las viviendas en la zona urbana el 98% acceden al acueducto, pero del total de la zona rural, el 64% se encuentra carente del mismo.

El servicio de alcantarillado en el municipio presenta déficit y carencia de una PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales), dado que el municipio no ha generado acciones para el tratamiento, se vierten de manera directa, contaminando las fuentes de agua superficiales aledañas, la problemática empeora en época de verano, ya que aumentan los malos olores. (Alcaldía municipal de Yondó, 2020)

1.2.3 Áreas críticas asociadas al recurso suelo

Para el área de estudio las zonas críticas asociadas al recurso suelo corresponden a las tierras que presentan conflictos por sobreutilización, estas áreas se identificaron tomando como base el estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Antioquia (IGAC, 2007).

Las áreas con conflicto por sobreutilización ocupan una superficie de 120.917,51 ha. y representan al 31,98% del total del área de estudio, en estas zonas se están desarrollando actividades de mayor intensidad respecto a la capacidad de uso del suelo (*Figura 1-2*)

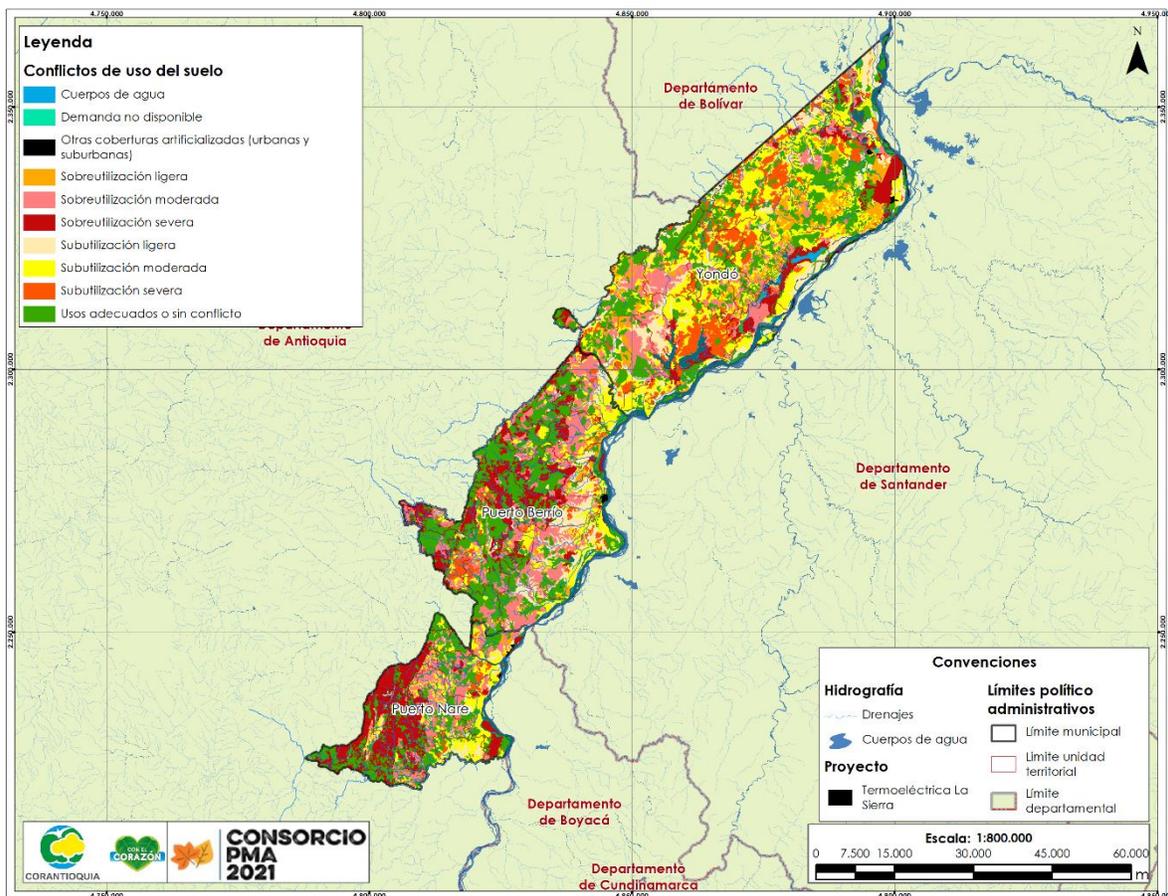


Figura 1-2 Conflictos por uso del suelo en el área de estudio

Fuente: Consorcio PMA 2021, 2022

La ganadería extensiva (no planificada), está relacionada con los conflictos por sobreutilización del suelo, teniendo en cuenta que produce alteraciones en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, relacionadas con compactación, erosión, pérdida de la capacidad de retención de agua, contaminación del suelo por la concentración de nitrógeno producto de las heces

del ganado, lo cual afecta la productividad y la capacidad del suelo para procesar nutrientes de forma que puedan ser utilizados por organismos vivos como las plantas (Odum, E., Barret, G., 2006; Murgueitio E., 2009; Mora, A., Ríos, L., Almario, C., 2016; Gallego, W., Sanabria, A., 2019)

Estos efectos negativos producto de la ganadería extensiva (no planificada) generan una disminución de las áreas aptas para cultivos, lo cual pone en riesgo la seguridad alimentaria y económica de la población que depende de las tierras arables para la producción de alimentos, para autoconsumo y para venta en mercados locales (Vergara, W., 2010).

La expansión de esta actividad también ha generado pérdida de coberturas naturales en áreas con suelos de clases agrológicas 6 y 7 que presentan limitaciones severas, razón por la cual su uso está condicionado a la implementación de sistemas agroforestales y a la conservación de la vegetación natural.

Otro de los conflictos por sobreutilización del suelo está relacionado con la actividad minera, representada por la explotación de hidrocarburos, oro y extracción de materiales de cantera, generando contaminación del suelo, procesos erosivos, sedimentación por arrastre de materiales, pérdida de las propiedades físicas y químicas del suelo y movimientos en masa. Adicionalmente esta actividad limita de manera temporal y en otros casos de manera permanente, la posibilidad de uso del suelo para soportar otras actividades como la agricultura (Mosquera *et al.* 2016). Las tierras con conflicto por sobreutilización producto de la minería tiene una extensión de 3501,74 ha, en el área de estudio.

1.2.4 Áreas críticas asociadas al recurso hídrico

Para la definición de las áreas críticas asociadas al recurso hídrico, se emplea una zonificación del área de estudio, basada en dos aspectos, uno de ellos es la salida de campo complementaria y el otro, la fase de diagnóstico del PMA, donde, por medio de información secundaria avalada, se determinó que los cuerpos de agua superficiales que presentan un mayor índice de intervención antrópica y por consiguiente una afectación considerable a la calidad del agua son: La Ciénaga de la Hacienda la India, Ciénaga de Chuiqueros y Barbacoas, de las cuales se da una breve descripción a continuación, sin embargo, la información detallada se compila en su totalidad en el numeral 2.1 del presente PMA.

1.2.4.1 Complejo Cenagoso de Barbacoas

Complementando lo descrito en el numeral 2.1, con relación a este cuerpo de agua y en relación con lo analizado para la síntesis ambiental, se tiene que la Ciénaga de Barbacoas, está localizada en su totalidad en el sur del municipio de Yondó, este municipio se encuentra al noreste del departamento de Antioquia en la subregión del Magdalena Medio Antioqueño, sobre la margen izquierda del Río Magdalena.

En un rango altitudinal de 75-175 msnm, con una temperatura media anual de 28°C y una precipitación media anual de 2.000 a 3.000 milímetros. El área protegida tiene una extensión de 32.074 hectáreas. Por medio del Acuerdo 493 del 05 de mayo de 2017 se declara, reserva, se delimita y alindera el área protegida denominada bajo la figura de DRMI - Distrito Regional de Manejo Integrado Ciénaga de Barbacoas.

En el contexto local, el complejo cenagoso se ubica a unos 40 km río abajo de la cabecera urbana del municipio de Puerto Berrío, sobre el margen izquierdo del Río Magdalena, en su cuenca media. Las veredas que componen el polígono declarado son: Santa Clara, Bocas de Barbacoas, Barbacoas, La Ganadera, San Bartolo, Ciénaga Chiquita y el Porvenir, las dos primeras están incluidas totalmente en el polígono del AP, La vereda Barbacoas está incluida en un 73%, La Ganadera en un 47%, Ciénaga Chiquita y San Bartolo en un 42 y 39% respectivamente, la que menos tiene área en el polígono de declaratoria es el Porvenir con un 2%.

La mayoría del territorio (55%) está destinado al uso para el pastoreo intensivo de ganado vacuno y bufalino, donde son comunes las coberturas de pastos limpios, pastos arbolados y pastos cultivados. Inmersa en esa matriz de pastos se encuentra una conexión entre varios tipos de coberturas vegetales de la tierra en estados de sucesión temprana a avanzada, en donde es posible encontrar fragmentos de bosque denso muy conservado, bosques fragmentados, bosques secundarios, hasta bosques de tipo ripario, todos los anteriores alcanzan un 31% del área del complejo.

La sedimentación de las ciénagas por la acción del Río Magdalena y por la proliferación de vegetación acuática, reduce su capacidad disipadora de crecientes, lo que se ve reflejado en las frecuentes inundaciones que se presentan. (Corantioquia, 2022)

a. Amenazas antrópicas en la Ciénaga de Barbacoas

La acción directa de las actividades humanas, de asentamiento, producción y extracción sobre la biodiversidad, han ocasionado que se estén incrementando y/o estén cerca a superarse los límites de transformación y extracción de los sistemas socio ecológicos, superando umbrales de estabilidad y cambio. Estas actividades humanas actúan como motores directos de transformación y pérdida de la biodiversidad.

Los motores de transformación en detrimento de la biodiversidad deben reconocerse como procesos que afectan la biodiversidad, en su ocurrencia espacial en un territorio específico, y en sus manifestaciones de genes, especies y ecosistemas. Típicamente ocurren como cambios adversos en la superficie o calidad de los ecosistemas, usualmente como consecuencia de procesos de pérdida de ecosistemas o hábitats, invasiones de especies exóticas,

sobreexplotación de los recursos y su operación de forma sinérgica en fenómenos como el cambio climático.

Regionalmente se han identificado los motores y conflictos que se imponen sobre las áreas a declarar como zonas críticas. Éstas están relacionadas con los paisajes productivos ganaderos, que usualmente aprovechan el desecamiento de los humedales, para extender la frontera pecuaria, agravado por la introducción de actividades pecuarias extensivas, asociadas a la cría de búfalos, entre otros, aunado también, se encuentran los sectores de petróleo y minería, que ejercen de igual manera amplios impactos a los ecosistemas regionales.

A nivel local, se identificaron espacialmente las presiones que se manifiestan directamente sobre el territorio y sobre los objetivos generales de conservación del área protegida. La actividad asociada a la explotación de las maderas del bosque y a la expansión de la frontera agrícola, favorece el desencadenamiento funcional de los ecosistemas y afecta su resiliencia. Por otro lado, la sobreexplotación de las maderas y del recurso pesquero provoca la disminución y degradación de los servicios ecosistémicos de abastecimiento a nivel local.

La mayor presión que se detecta para el territorio es la ganadería extensiva, la cual, de no llevarse de una manera sostenible, puede generar impactos a múltiples escalas como la deforestación, degradación general de ecosistemas acuáticos y terrestres, contaminación etc. Estos impactos se están haciendo notorios con la creciente introducción del ganado bufalino, en veredas como La Ganadera. En la vereda Barbacoas, en general se utiliza el ganado vacuno para las partes altas y el ganado de búfalo para las partes más bajas y anegadas.

Otra de las presiones antrópicas evidenciada actualmente, es la extracción en toda el área de maderas finas, como ya se mencionó anteriormente, siendo relevante el impacto en algunos fragmentos de bosque que no se habían explotado intensamente desde hace muchos años y que ahora son aprovechados en veredas como La Ganadera. La expansión de la frontera agrícola está sectorizada en algunas partes cercanas a la ciénaga y a los bosques de vegetación secundaria (Corantioquia, 2022)

b. Calidad del agua en la Ciénaga de Barbacoas

Esta información ya se analizó en el capítulo de diagnóstico, no obstante, por ser de carácter fundamental en el análisis de la síntesis ambiental, se retoma de manera resumida, para orientar al lector de forma asertiva, en cuál es la afectación en el área de estudio, principalmente para este apartado en cuanto a la calidad del agua.

En el año 2020, se monitorearon doce (12) puntos, en el complejo Cenagoso de Barbacoas, relacionándose en la siguiente tabla los índices de contaminación calculados para el complejo:

Tabla 1-3
Índices de contaminación del Complejo Cenagoso de Barbacoas

Ciénaga de Barbacoas	Índice de contaminación por mineralización		Índice de contaminación por Materia Orgánica		Índice de contaminación por Sólidos Suspendedos		Índice de contaminación por Trofia ICOTRO	Índice de contaminación por pH	
	ICOMI	Calidad	ICOMO	Calidad	ICOSUS	Calidad		ICOpH	Calidad
Punto 1	0.55	Ninguna	0.616	Alta	0.028	Ninguna	Eutrófica	0.009	Ninguna
Punto 2	0.050	Ninguna	0.464	Media	0.043	Ninguna	Eutrófica	0.011	Ninguna
Punto 3	0.048	Ninguna	0.458	Media	0.031	Ninguna	Eutrófica	0.010	Ninguna
Punto 4	0.088	Ninguna	0.625	Alta	0.079	Ninguna	Eutrófica	0.013	Ninguna
Punto 5	0.095	Ninguna	0.692	Alta	0.061	Ninguna	Eutrófica	0.075	Ninguna
Punto 6	0.052	Ninguna	0.480	Media	0.085	Ninguna	Eutrófica	0.015	Ninguna
Punto 7	0.072	Ninguna	0.632	Alta	0.154	Ninguna	Eutrófica	0.014	Ninguna
Punto 8	0.036	Ninguna	0.500	Media	0.076	Ninguna	Eutrófica	0.009	Ninguna
Punto 9	0.030	Ninguna	0.583	Media	0.034	Ninguna	Eutrófica	0.045	Ninguna
Punto 10	0.207	Baja	0.514	Media	0.355	Baja	Eutrófica	0.015	Ninguna
Punto 11	0.087	Ninguna	0.568	Media	0.448	Media	Eutrófica	0.021	Ninguna
Punto 12	0.088	Ninguna	0.481	Media	0.898	Muy Alta	Eutrófica	0.003	Ninguna

Fuente: (Corantioquia, 2021)

En síntesis, analizando los resultados registrados, se puede decir que: la contaminación por mineralización o ICOMI presenta para toda la ciénaga clasificaciones entre “Ninguna y “Baja”, indicando que no se presenta para ninguno de los puntos monitoreados, alrededor del espejo de agua, una contaminación por cambios en la conductividad, dureza o alcalinidad.

En cuanto a la contaminación por materia orgánica o ICOMO, esta presenta para toda la ciénaga clasificaciones entre “Media y “Alta”, indicando que se pueden presentar, para todos los puntos monitoreados, alrededor del espejo de agua, una contaminación por el posible incremento de materia orgánica, principalmente por aumentos en las concentraciones de DBO y coliformes fecales.

La contaminación por sólidos suspendidos o ICOSUS, presenta para todos los puntos al interior de la ciénaga una clasificación de “Ninguna”; solo para los puntos ubicados en las zonas cercanas a la boca con el caño principal, que comunica con el Río Magdalena, se comienzan a presentar valores tendientes a “Muy Alto” debido a las dinámicas mismas que lleva el río, con los canales principales que abastecen de agua a la ciénaga.

Para la contaminación por trofia o ICOTRO, se presenta para todos los puntos monitoreados, unos valores de “Eutrofia”; indicando que se presentan concentraciones elevadas de fósforo, en todas las muestras recolectadas.

Por último, la contaminación por variaciones en el pH o ICOPH presentó para todos los puntos una clasificación de “Ninguna”; indicando que no hay cambios importantes en el valor del pH, que puedan estar alterando las características fisicoquímicas del complejo cenagoso (Corantioquia, 2021).

Partiendo de los resultados expuesto anteriormente, se determinó que, el complejo cenagoso de Barbacoas tiene las características para formar parte de una de las áreas críticas dentro del componente hidrológico, principalmente por el estado de afectación por intervención antrópica y calidad del agua, el cual se expuso como principal problemática y conflicto de los cuerpos de agua superficial del área de estudio. Esto, principalmente justificado en la baja calidad que reporta el complejo por “ICOMO” materia orgánica, y contaminación por eutrofización, la cual, como se mencionó anteriormente proviene de distintas actividades que se derivan de la intervención antrópica severa en la zona y de las cuales, además, se tuvo evidencia in situ mediante la salida de campo complementaria, dichas actividades competen principalmente a: ganadería en zonas aledañas al espejo de agua y vertimientos de aguas residuales domésticas sin previo tratamiento a los mismos.

1.2.4.2 Complejo Cenagoso de Chiqueros

Como ya se mencionó anteriormente en el capítulo de diagnóstico, el área declarada se encuentra localizada en el sureste del municipio de Puerto Berrío (Antioquia), región del Magdalena Medio Antioqueño, en jurisdicción de Corantioquia, dirección territorial Zenufaná, en un rango altitudinal de 110-314 msnm, una temperatura

media mensual de 28°C y una precipitación media anual de 2447 milímetros. Este municipio está conformado por 21 veredas y 5 corregimientos con una extensión de 1.184 km². Por medio del Acuerdo 543 del 22 de agosto de 2018, se declara, reserva, se delimita y alindera como área protegida, denominada Distrito Regional de Manejo Integrado Ciénaga de Chiqueros - DRMI.

La Ciénaga de Chiqueros se encuentra a la misma altura de los bosques húmedos tropicales de la región del Carare - Opón, en la cuenca del Magdalena, siendo esta región una de las más biodiversas del país y donde se localizan los últimos relictos de los bosques típicamente magdalenenses. Además, en sus llanuras albergan una diversidad enorme de peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. (Corantioquia, 2022)

a. Calidad del agua Ciénaga de Chiqueros

Esta información ya se analizó en el documento 2.1, no obstante, por ser de carácter fundamental en el análisis de la síntesis ambiental, se retoma de manera resumida para orientar al lector de forma asertiva en cuál es la problemática en el área de estudio, principalmente para este apartado en cuanto a la calidad del agua.

Para el complejo cenagoso de Chiqueros, el cual se diagnostica como un área ecosistema de alta importancia ambiental, se realizaron ocho (8) puntos de monitoreo, para el año 2020, los resultados registrados se muestran a continuación, donde se relacionan los índices de contaminación y los análisis de metales pesados (Corantioquia, 2021).

Tabla 1-4

Índices de contaminación del Complejo Cenagoso de Chiqueros

Información Ciénagas		Índice de contaminación por mineralización		Índice de contaminación por Materia Orgánica			Índice de contaminación por Sólidos Suspendidos		Índice de contaminación por Trofia ICOTRO	Índice de contaminación por pH	
		ICOMI	Calidad	%SatO D	ICOMO	Calidad	ICOSUS	Calidad		ICOPH	Calidad
Ciénaga Chiqueros-Punto 1	Ingreso ciénaga lado derecho	0.046	Ninguna	0.933	0.905	Muy Alta	0.046	Ninguna	Eutrófica	0.080	Ninguna
Ciénaga Chiqueros-Punto 2	Entrada a la ciénaga	0.041	Ninguna	0.721	0.756	Alta	0.058	Ninguna	Eutrófica	0.046	Ninguna
Ciénaga Chiqueros-Punto 3	Punto Caimanera	0.041	Ninguna	0.708	0.756	Alta	0.022	Ninguna	Eutrófica	0.048	Ninguna
Ciénaga Chiqueros-Punto 4	Área de inundación	0.042	Ninguna	0.690	0.669	Alta	0.043	Ninguna	Eutrófica	0.040	Ninguna

Información Ciénagas		Índice de contaminación por mineralización		Índice de contaminación por Materia Orgánica			Índice de contaminación por Sólidos Suspendidos		Índice de contaminación por Trofia ICOTRO	Índice de contaminación por pH	
		ICOMI	Calidad	%SatO D	ICOMO	Calidad	ICOSUS	Calidad		ICOPH	Calidad
Ciénaga Chiqueros-Punto 5	Zona de Ganadería	0.040	Ninguna	0.856	0.851	Muy Alta	0.025	Ninguna	Eutrófica	0.085	Ninguna
Ciénaga Chiqueros-Punto 6	Sector la y participación del caño	0.047	Ninguna	0.532	0.706	Alta	0.085	Ninguna	Eutrófica	0.080	Ninguna
Ciénaga Chiqueros-Punto 7	Entrada al Río Magdalena	0.037	Ninguna	0.704	0.765	Alta	0.000	Ninguna	Eutrófica	0.075	Ninguna
Ciénaga Chiqueros-Punto 8	Sector puente de madera	0.046	Ninguna	0.563	0.727	Alta	0.085	Ninguna	Eutrófica	0.029	Ninguna

Fuente: (Corantioquia, 2021)

En síntesis y de acuerdo con la información anterior, los resultados registrados, evidencian que: la contaminación por mineralización o ICOMI presenta para toda la ciénaga clasificaciones de “Ninguna”, indicando que no se presenta para ninguno de los puntos monitoreados, alrededor del espejo de agua, una contaminación por cambios en la conductividad, dureza o alcalinidad.

En cuanto a la contaminación por materia orgánica o ICOMO, esta presenta para toda la ciénaga clasificaciones entre “Alta” y “Muy Alta”, indicando que se presentan, para todos los puntos monitoreados, alrededor del espejo de agua, una contaminación por materia orgánica significativa, principalmente por aumentos en las concentraciones de DBO y coliformes fecales, como principales factores contaminantes que generan contaminación en la ciénaga por materia orgánica, la presencia de coliformes fecales, además, puede deberse a varios factores, dentro de los cuales destacan la ganadería en las zonas aledañas al cuerpo de agua y el vertimiento de aguas residuales domésticas sin previo tratamiento.

La contaminación por sólidos suspendidos o ICOSUS, presenta para todos los puntos al interior de la ciénaga una clasificación de “Ninguna”, de lo cual se pudo determinar que este, no es un factor contundente de afectación a la calidad del agua para la Ciénaga de Chiqueros.

Para la contaminación por trofia o ICOTRO, se presenta para todos los puntos monitoreados, hay valores de “Eutrofia”; indicando que se presentan concentraciones elevadas de fósforo, en todas las muestras recolectadas, lo cual, a su vez, se debe a la gran concentración de materia orgánica existente.

Por último, la contaminación por variaciones en el pH o ICOPH presentó para todos los puntos una clasificación de “Ninguna”; indicando que no hay cambios importantes en el valor del pH, que puedan estar alterando las características fisicoquímicas del complejo.

Partiendo de los resultados expuesto anteriormente, se determinó que, el complejo cenagoso de Chiqueros, puede considerarse como una de las áreas críticas dentro del competente hidrológico, principalmente por el estado de afectación por intervención antrópica y calidad del agua, denotándose como principal problemática y conflicto de los cuerpos de agua superficial del área de estudio. Esto, principalmente justificado en la baja calidad que reporta el complejo por “ICOMO” carga de materia orgánica, y contaminación por eutrofización, la cual, como se mencionó anteriormente proviene de distintas actividades que se derivan en su mayoría de la intervención antrópica severa en la zona y de las cuales, además, se tuvo evidencia en la salida de campo complementaria, dichas actividades competen principalmente a: ganadería en zonas aledañas al cuerpo de agua; cambio climático y vertimientos de aguas residuales domésticas sin previo tratamiento.

b. Demanda hídrica total de la Ciénaga de Chiqueros

La demanda total en la cuenca de Ciénaga de Chiqueros sería la suma de las demandas para uso doméstico, agrícola y pecuario, de acuerdo a los análisis realizados por Cormagdalena en el año 2020.

Tabla 1-5

Demandas por tipo de uso

Uso	Demanda anual (m ³)
Doméstico	2.540
Pecuario	64.722
Agrícola	12.706
Total	79.969

Fuente: (Cormagdalena, 2020)

c. Evolución del espejo de agua de la Ciénaga de Chiqueros

A continuación, se presenta el registro de Imágenes satelitales históricas de la zona de la Ciénaga de Chiqueros, donde se puede apreciar una reducción del espejo de agua a lo largo de los años, como puede observarse en la comparativa de la *Figura 1-3*.



Figura 1-3 Espejo de agua de Ciénaga Chiqueros 1985-2021

Fuente: (Cormagdalena, 2020)

Se observa que hay una tendencia general a la disminución del área superficial del cuerpo de agua, en el periodo analizado 1985-2021. La tasa de reducción ha venido aumentando en el transcurso del periodo analizado, observándose un cambio brusco entre 2002-2013, donde se pasa de una reducción de tan solo 3% en el

periodo 1985-2002 (17 años), pasando a una reducción relativa 7 veces mayor (21.1%) en un periodo menor de 11 años (2002-2013).

Tabla 1-6

Cambios en la extensión del espejo de agua de la Ciénaga de Chiqueros para el periodo

Fecha	Área (ha)	Reducción relativa	Tasa medida de reducción (ha/año)
1985-12-03	75.5	-	-
2002-08-04	73.2	3.0%	0.14
2013-07-25	57.8	21.1%	1.41
2021-01-20	42.7	26.6%	2.01

Fuente: (Cormagdalena, 2020)

1.2.4.3 Ciénaga La India

La ciénaga de La India es un ecosistema formado por la acción erosiva del Río Magdalena, que la originó. La ciénaga se une al Río Magdalena por un caño denominado San Pablo; Se encuentra ubicada al occidente del país, en el municipio de Puerto Nare, departamento de Antioquia. Está situada a 7 kilómetros de la cabecera municipal. Su extensión promedio es de 219,6445 hectáreas. (Alcaldía municipal de Puerto Nare, 2021)

En su recorrido el Caño San Pablo, atraviesa por varias fincas entre ellas La Vega, Hacienda La Unión, y Hacienda La India, todas de vocación ganadera (actividad que ha venido siendo motivo de quejas por parte de los habitantes aledaños a la zona, debido a la invasión y privatización de la ciénaga, junto con factores de alteración a la calidad, como el aumento de SST, pérdida de la ronda hídrica y/o franjas de retiro, pérdida de cobertura vegetal y afectación de la dinámica hídrica de la ciénaga).

La presencia creciente de búfalos en la Ciénaga La India impacta negativamente muchas especies de fauna; especies como la tortuga de río (*Podocnemis lewyana*), las cuales anidan en las orillas de la ciénaga en bancos y playas arenosas que se forman cuando desciende el nivel de los ríos en verano, la presencia de búfalos pone en peligro los nidos de estas tortugas y por tanto su supervivencia en la zona. Las tortugas de río son una especie endémica de Colombia, clasificada como En Peligro (EN) de extinción por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) e incluida en el apéndice I de La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), En el

municipio de Puerto Nare se han adelantado muchos proyectos para para protección y reproducción de esta especie contando con dos tortugarios.

La calidad del agua de la ciénaga y el Caño San Pablo, está afectada por diferentes factores. Entre ellos los vertimientos, la sedimentación y las plantas acuáticas. La zona ha sido intervenida por actividades agropecuarias que han alterado la flora y la fauna originales. Sin embargo, hay todavía algunas áreas que muestran una importante biodiversidad que es necesario preservar. Algunas áreas presentan condiciones buenas de cobertura vegetal y biodiversidad y están concentradas alrededor de la ciénaga.

La ciénaga actúa como un reservorio que acumula agua en época de lluvias y la devuelve en época de sequía. La Ciénaga La India y el Caño San Pablo están formados a su vez por varias ciénagas y humedales entre los más importantes se encuentran la Ciénaga La Martica y Ciénaga la Montañita, entre otros que representan un total de 191,04 hectáreas. (Corantioquia, 2016) . Además, dentro de sus características hidrobiológicas, esta posee un espejo de agua permanente, sin embargo, presenta un área que corresponde a la categoría de humedal sin espejo de agua, se localiza dentro de la unidad geomorfológica de llanura de inundación. (Corantioquia, 2021).

Partiendo del análisis expuesto anteriormente, se determinó que, la Ciénaga La India corresponde a una de las áreas críticas dentro del competente hidrológico. Esto, principalmente justificado en la intervención antrópica severa en la zona con afectación a la calidad del agua de la cual, además, se tuvo evidencia en la salida de campo complementaria, dicha actividad compete principalmente a: ganadería bufalina en zonas aledañas e invasión de rondas hídricas.

1.2.5 Áreas críticas asociadas al componente biótico

Las áreas críticas asociadas al componente biótico corresponden por un lado a las zonas donde se ha perdido cobertura natural principalmente por la actividad ganadera, la extracción ilegal de madera, la minería asociada a la extracción de carbón, calizas, calcáreos, cuarzo y mármoles que se practica sin permisos mineros en su mayoría y también a las plantaciones con especies exóticas. Esta diversificación productiva, hace que se presenten grandes presiones sobre los bosques y los recursos naturales en general.

La pérdida de coberturas naturales producto del cambio en el uso del suelo, desencadena efectos negativos sobre la flora y la fauna, una de las consecuencias es la fragmentación del hábitat, que reduce las poblaciones y produce que las especies queden aisladas causando pérdida de la variabilidad genética y la extinción de las especies; así mismo, ocasiona cambios en la composición florística de los bosques, debido a que las condiciones del ecosistema son modificadas y son las especies resistentes a los disturbios las que sobreviven en estas áreas. También los ecosistemas naturales se ven afectados por la aparición de especies invasoras

y supermalezas que son producto del exceso de nitrógeno en el suelo por la actividad ganadera principalmente (Odum P. E. y G. W. Barrett, 2006).

La degradación del suelo también está relacionada con la pérdida de coberturas naturales, teniendo en cuenta que la ausencia de vegetación provoca alteraciones en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, a nivel físico se generan procesos erosivos, de compactación y desertificación; a nivel químico se produce pérdida de nutrientes, desbalance del suelo, cambios en el pH (salinización o acidificación) y contaminación, respecto a las propiedades biológicas se produce la disminución de la materia orgánica y del carbono contenido en el suelo (SIAC, 2015). Adicionalmente la pérdida de coberturas provoca cambios en la densidad y diversidad de la mesofauna edáfica y por consiguiente disminución en la estabilidad y fertilidad del suelo (Socarrás A., 2013).

La pérdida de coberturas naturales deteriora la calidad del recurso hídrico y altera el ciclo hidrológico, teniendo en cuenta que la vegetación bien manejada, actúa como filtro, reteniendo sedimentos, nutrientes y contaminantes impidiendo que lleguen a las corrientes de agua, además actúan como reguladora de caudal, favoreciendo la infiltración, regulando el nivel freático y permitiendo la recarga de acuíferos, por lo tanto la ausencia de vegetación genera deslizamientos, inundaciones, contaminación que perjudican la calidad de vida de los seres vivos (Villegas J.C., 2004).

Así mismo la ausencia de vegetación compromete la calidad del aire pues son los árboles en su proceso fotosintético que capturan el CO₂ y lo transforman en oxígeno que es vital para todos los organismos, adicionalmente la tala de bosques libera CO₂ a la atmósfera que es uno de los gases de efecto Invernadero que contribuyen al calentamiento global en algunas zonas y al cambio climático.

1.2.6 Áreas críticas asociadas a la Fauna Silvestre

Para la fauna silvestre son áreas críticas las zonas donde se ha dado pérdida de coberturas naturales terrestres por cambio en el uso del suelo, por un lado porque estas coberturas son los distintos hábitats de la fauna, y al perderse, se reduce su suministro de alimento, la disponibilidad de sitios de refugio, la matriz tridimensional a la cual están adaptados para desplazarse, la capacidad de comunicarse y reproducirse, y distintas interacciones ecológicas que mantienen sus poblaciones y la estabilidad de todo el ecosistema.

Por otro lado, la pérdida de hábitat para la fauna terrestre también es causa generadora de afectaciones directas o conflictos entre la población humana y la fauna, dado que son las áreas donde convergen los relictos de coberturas naturales y las coberturas antropizadas, donde los habitantes incursionan en las coberturas naturales y realizan actividades como: caza para consumo, caza por protección del ganado o por creencias/miedos (o desconocimiento), captura para su

comercialización como mascotas, colecta y consumo de huevos (principalmente de caimanes y tortugas), u otro tipo de afectaciones directas a los animales.

Esto no sólo se presenta por fuera de las áreas protegidas, ya que como se mencionó en los capítulos de descripción del área de estudio y diagnóstico ambiental del área de estudio, incluso dentro de estas se presentan problemas de cambio de coberturas para uso agropecuario, así como las afectaciones a la fauna ya descritas.

Además, también se consideran como áreas críticas asociadas al componente de fauna silvestre, los cuerpos de agua donde se practica la pesca y que puede llegar a ser excesiva, afectando a las poblaciones de las especies ícticas que se capturan; en este caso, en el área de estudio se sabe que se ejerce la pesca en el Río Magdalena, la Ciénaga de Chiqueros, el complejo Cenagoso de Barbacoas, La Ciénaga La India, la ciénaga La Samaria, la ciénaga El Totumo, el Río Nare y el Río San Bartolomé.

Finalmente, como ya se ha mencionado, en los cuerpos de agua cenagosos se presentan otro tipo de afectaciones que justifica su consideración como áreas críticas para la fauna que los habita, se trata de la contaminación, fragmentación (por jarillones), represamiento, sedimentación, desecamiento y eutrofización, lo que afecta tanto a los peces como a los animales terrestres que los frecuentan o habitan, como babillas, caimanes, tortugas, garzas, patos, cormoranes, nutrias, chigüiros y manatí, entre otros.

Las respectivas propuestas de manejo frente a estas situaciones que generan áreas críticas serán abordadas en el componente “Programático” del presente proyecto.

1.2.7 Áreas críticas asociadas al Riesgo

La caracterización histórica de fenómenos y eventos amenazantes es parte de las acciones de incorporación del componente de gestión del riesgo, en el plan de inversiones que se tiene presupuestado para el área de estudio. En razón a que el país no cuenta con un reporte con la totalidad de los fenómenos y eventos, se hizo necesario elaborar una base de estos fenómenos a partir de fuentes de Corantioquia, la Corporación OSSO, Desinventar, el SGC y la UNGRD, obteniendo a la postre un consolidado. Es de aclarar que los únicos datos con georreferenciación precisa están contenidos en el Sistema de Gestión del Riesgo - SGC. Los datos de los demás fenómenos amenazantes solo se registran a nivel municipal.

A partir de la información disponible, observando las variables relacionadas con las afectaciones producidas por cada evento amenazante. De manera general se incluyeron aspectos diferentes para evaluar pérdidas y daños en personas y familias, viviendas, infraestructura y edificaciones esenciales, productividad y valor económico. No obstante, por los vacíos de información únicamente se circunscriben aquí afectación en personas, viviendas y familias, por considerar que las demás no

brindan información que permita arrojar resultados verídicos y por lo tanto relevantes, los resultados obtenidos de las diferentes fuentes de información en los últimos 22 años se muestran en la Tabla 1-7

Tabla 1-7
Afectaciones en los últimos 22 años

MEDIDA	HERIDOS	PERSONAS AFECTADAS	FAMILIAS	VIVIENDAS DESTRUIDAS	VIVIENDAS AVERIADAS
Total	12	39672	9492	186	5478
Promedio al año	1	1803	431	8	249

Fuente: Consorcio PMA 2021, 2022 a partir de fuentes citadas en el párrafo anterior.

Como se puede observar las personas promedio afectadas son cerca de 1.803 personas al año. Por otra parte, las viviendas averiadas promedio de los tres municipios es de 249 al año y las que son totalmente destruidas son 8. Por último, los eventos con mayor incidencia en el territorio se muestran a continuación en la *Figura 1-4*, donde se registran los diferentes eventos reportados de las distintas fuentes de información.

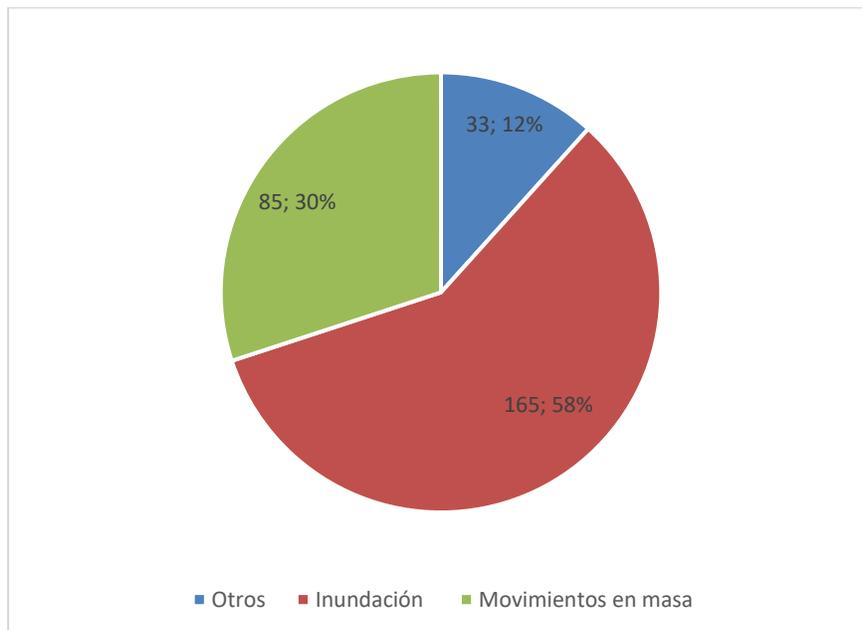


Figura 1-4 Tipos de eventos naturales con más recurrencia

Fuente: Consorcio PMA 2021, 2022

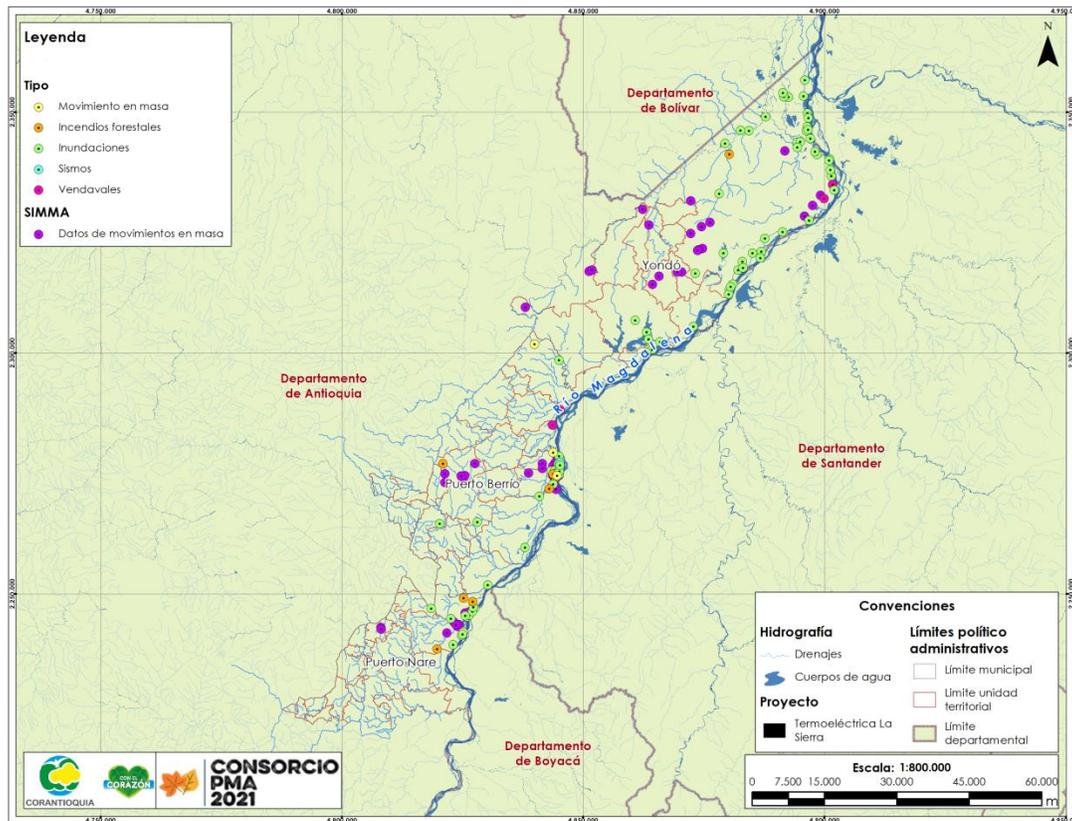


Figura 1-5 Distribución por tipo de evento

Fuente: Consorcio PMA 2021, 2022

Como se puede observar en el anterior gráfico, los eventos más recurrentes en los municipios de estudio son los movimientos en masa y las inundaciones, es por esto que solamente estos eventos se evalúan de forma integral. Las evidencias de estos eventos en los últimos años nos muestran que las afectaciones son considerables en los tres municipios (ver Figura 1-5) por ello es importante definir las áreas críticas tanto por inundaciones como por avenidas torrenciales, las cuales son las de mayor impacto en los tres municipios del área de estudio. Para poder plasmar esto en un mapa, se recurrió a identificar áreas críticas a partir de mapas de amenaza por movimientos en masa e inundación en el SGC y el IDEAM respectivamente.

Las áreas mostradas en el Anexo 1 corresponden a zonas que han sido inundadas por el fenómeno de la niña, el registro temporal va desde 1998 al año 2020 y actualmente se consideran zonas críticas, por ser áreas de riesgo por inundación, estas áreas se encuentran ubicadas muy cerca al Río Magdalena en el costado oriental de los tres municipios del área de estudio y que coinciden con los eventos históricos reportados. Por otra parte, las áreas críticas dadas a partir de fenómenos de remoción en masa o movimientos en masa se despliegan por toda el área de estudio como áreas de criticidad media y algunas áreas de criticidad alta, en la parte

norte del municipio de Yondó en concordancia con los eventos reportados en los últimos 22 años. (Anexo 2).

1.2.8 Áreas críticas asociadas al componente hidrogeológico

Las aguas subterráneas son un recurso natural que se explota desde hace décadas para el consumo humano, industrial o agrícola. Estos depósitos, conocidos con el nombre de acuíferos, se encuentran al interior de estratos o formaciones geológicas que permiten la acumulación de agua, en sus espacios vacíos, bien sean poros y/o grietas. Una de las características más importantes de los acuíferos son las áreas de recarga.

En el área de estudio, las investigaciones científicas relacionadas al componente hidrogeológico son escasas y carecen de la información necesaria para los análisis de áreas críticas, por otra parte, Corantioquia tiene dentro de su documentación varios estudios y planes en los que se encuentran la “Evaluación regional del agua en la jurisdicción de Corantioquia” (Corantioquia, 2017), el PGAR 2007-2019 y el PGAR 2021-2031, por último y sin duda el de mayor detalle en la actualidad es el de plan de manejo ambiental del sistema acuífero del Magdalena Medio Antioqueño (Corantioquia, 2018). A partir de estos documentos se identificaron afectaciones, problemáticas, proyectos y potencialidades en el área de estudio para posteriormente definir áreas críticas del componente hidrogeológico.

En el área de estudio lo primero a resaltar es que el uso de aguas subterráneas no es generalizado, por ende, se supone que las afectaciones actuales al sistema acuífero debido a las explotaciones de este recurso son mínimas (Corantioquia, 2018). En la Tabla 1-8, se muestra que los puntos de agua subterránea que son relativamente pocos en comparación con todos los usuarios de los municipios de estudio. Se observa también en la tabla que el municipio con mayores puntos de agua subterránea es Yondó.

Tabla 1-8

Puntos de agua subterránea en el área de estudio

MUNICIPIO	POZOS	ALJIBES	NACIMIENTOS	TOTAL, MUNICIPIO
Puerto Nare	11	7	0	18
Puerto Berrío	17	20	0	37
Yondó	44	4	2	50

Fuente: (Corantioquia, 2021a)

Según el “Plan de Manejo Ambiental del sistema Acuífero del Magdalena Medio Antioqueño”, se identifica que los principales usos del recurso hídrico subterráneo son para consumo doméstico y la ganadería. Existen otros usuarios como viviendas, empresas, escuelas, acueductos comunitarios, estaciones de servicio y hoteles. La

distribución del uso del recurso hídrico subterráneo en el grupo de usuarios en la zona de estudio es el siguiente; las casas con un 31%, seguido por las fincas con un 30%; el 13% está representado por aquellas actividades industriales tales como la inyección de agua para la extracción de crudo, donde se destaca los campos de Ecopetrol S.A, Teca Cocorná y Casabe. Los usuarios restantes corresponden a: acueductos comunitarios (13%), escuelas (9%), estación de servicio (1%), hospital del municipio de Yondó (1%), y hoteles (4%). (Corantioquia, 2018)

En el casco urbano del municipio de Puerto Nare, se abastece por medio del sistema de acueducto, mientras que en la zona rural la parte baja más cercana al Río Magdalena, se abastece de pozos o aljibes, y la parte alta del municipio emplea agua lluvia, corrientes de agua superficial y nacimientos. En las veredas como La Angelita y otras más cercanas a ella, se abastecen de una red de distribución de agua instalada por Ecopetrol para el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad. En el municipio de Puerto Berrío, el casco urbano y las veredas aferentes se abastecen del acueducto municipal, sin embargo, en la vereda Grecia y El Jardín, también presentan puntos inventariados; veredas como La Suiza, Malena, Santa Cruz, Cristalina, San Juan de Bedout, se abastece en su gran mayoría de pozos o aljibes y en las veredas restantes poseen una topografía abrupta que favorece la corriente de agua superficial de la cual se abastecen. Finalmente, en el municipio de Yondó, en el casco urbano se presentan numerosos pozos o aljibes, que son empleados para consumo doméstico, sin embargo, allí cuentan con el servicio de acueducto municipal, que de acuerdo con la comunidad este servicio es muy malo y el agua sabe mal, por lo cual prefieren el agua de captación subterránea. Por otro lado, algunas veredas del municipio de Yondó suelen tener pozos como acueductos comunitarios.

Teniendo en cuenta lo anterior se hace necesario entender las diferentes problemáticas y situaciones de los tres municipios en relación con sus aguas subterráneas, debido a que es un recurso importante tanto en el presente como en el futuro. El “Plan de Manejo Ambiental del sistema Acuífero del Magdalena Medio Antioqueño” estableció ciertas problemáticas principales como; falta de estudios sobre el acuífero, desprotección de las fuentes y corrientes de agua, cambios de los usos del suelo y desaparición de las ciénagas. Adicionalmente se distingue en los tres municipios un problema principal; la deforestación de bosques y áreas naturales, este problema provocaría una reducción de cuencas hídricas, afianzarán los efectos del cambio climático y acaban con algunas especies de fauna y flora, lo que generaría una afectación directa a las zonas de recarga del sistema acuífero. (Corantioquia, 2018)

Ahora bien, es importante entender la distribución espacial y temporal de las áreas de recarga de aguas subterráneas en los tres municipios del área de estudio, indispensable para el adecuado manejo del recurso. De manera muy general se puede definir la recarga, como el “Volumen de agua que penetra en un cierto período de tiempo en las reservas subterráneas o como el flujo unitario que alcanza

el nivel freático” (Custodio, 1999). Esta recarga acuífera es fundamental para la actual área de estudio y sus zonas críticas que giran en torno al potencial de recarga alto, muy alto y moderado, procedente del cálculo hecho por (Corantioquia, 2007). En el Anexo 3, se muestran las áreas de recarga de los tres municipios, en donde el mayor número de área se encuentra en el municipio de Yondó, se destaca también la margen este de todos los municipios cerca al Ro Magdalena, el cual es de vital importancia para la transferencia de agua subterráneas entre el Río Magdalena y las unidades hidrogeológicas del área de estudio.

Otro aspecto importante a nivel hidrogeológico, es la capacidad de recarga de las unidades geológica del área (Anexo 4), en donde se resaltan las áreas de recarga asociadas a la unidad geológica La Mesa, que se extiende en su mayor área, en el borde este de los tres municipios.

Por último, uno de los factores críticos por parte de la hidrogeología del área, es la vulnerabilidad a la contaminación de aguas subterráneas, para este caso se tomó el panorama más crítico, mostrado y descrito en (Corantioquia, 2018) (Anexo 5). La vulnerabilidad a la contaminación de un acuífero se calcula a partir de características intrínsecas que determinan la susceptibilidad de un acuífero a ser adversamente afectado por una carga contaminante, este riesgo resulta de dos factores: la carga contaminante y la vulnerabilidad natural a la contaminación. La contaminación del agua subterránea puede ocurrir por accidente o por negligencia. La determinación de la vulnerabilidad de un acuífero sirve como base para implementar políticas de protección de las aguas subterráneas y para un manejo óptimo del recurso. En este caso, es fundamental para determinar las áreas críticas y de importancia para una posible inversión en materia ambiental.

Al tener los diferentes panoramas críticos y de importancia para la conservación y sostenibilidad del recurso hídrico subterráneo, se diferencian las distintas capacidades de las unidades geológicas, la recarga de acuíferos y la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos. Estas áreas deberán ser encaminadas a solucionar uno de los principales problemas identificados previamente por Corantioquia en estudios anteriores, el cual es la deforestación, para así garantizar la recarga de acuíferos debido a que el agua que alcanza la superficie del suelo de un bosque por lluvia tiene varias opciones para entrar a formar parte del ciclo hidrológico. Una parte puede permanecer en la superficie de donde un porcentaje se evapora directamente, otro pequeño porcentaje podría correr sobre la superficie como flujo superficial y el resto se infiltra en el suelo. (Corantioquia, 2018) (Corantioquia, 2017).

La capacidad de infiltración presenta una correlación positiva con la cobertura de árboles, lo que implica que la infiltración mejora donde hay una mayor cobertura arbórea. La cama de suelo forestal protege efectivamente el suelo y previene la obstrucción de los espacios porosos que constituyen las vías para la infiltración del agua. Esto ocurre en menor grado en la cobertura de pastos y mucho menor donde se encuentran cultivos. El sistema de raíces profundo de los árboles, el alto contenido de materia orgánica y la bien desarrollada actividad micro orgánica

mejoran las propiedades del suelo e incrementan la capacidad de almacenamiento de agua de los suelos forestales, pero también contribuyen a una mayor detención temporal del almacenamiento (FAO , 2019).

Los impactos a las aguas subterráneas en el área también se dan por otras formas, la más común es la asociada al ser humano por el desarrollo urbano, la producción agrícola, la ganadería, las actividades industriales, entre otros. En el desarrollo del trabajo de campo se georreferenciaron algunos puntos que podrían estar o no afectando la calidad del agua subterránea, tales como los rellenos sanitarios, caños contaminados, plantas de sacrificio, zonas de extracción petrolera, lagunas de oxidación, entre otros. En la *Figura 1-6*, se puede observar la distribución de los puntos que podrían entenderse como posibles fuentes potenciales de contaminación, encontrados, en los cuales se nombró como otros, puntos tales como peleterías y caños contaminados. (Corantioquia, 2018).

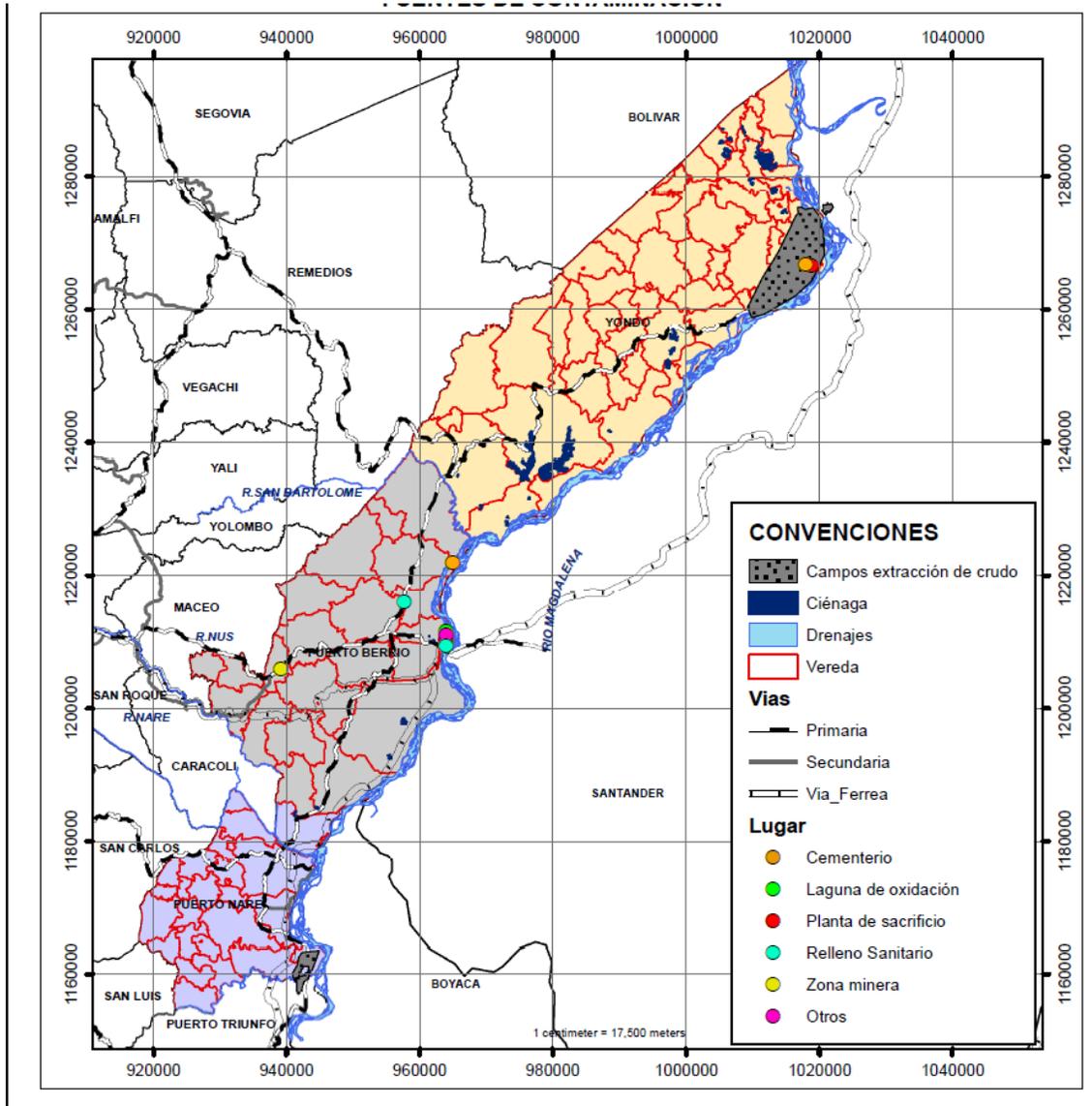


Figura 1-6 Fuentes asociadas a contaminación de acuíferos

Fuente: (Corantioquia, 2018).

1.2.9 Contexto Socioeconómico asociado a las áreas Críticas

El contexto socioeconómico, en las áreas críticas del área de estudio, se caracteriza por tener un panorama que abarca la relación entre los servicios ecosistémicos y los aspectos socioeconómicos. El uso de los recursos naturales, sin manejo sostenible y sin la aplicación de prácticas económicas colectivas, orientadas al aprovechamiento pertinente y sostenible de los territorios, impactan de forma negativa el ecosistema, la cultura social y la económica de la región.

La problemática socioeconómica está asociada al aprovechamiento de los ecosistemas por parte de las comunidades asentadas, a las actividades que se desarrollan en su entorno y al impacto que éstas producen en el ambiente y en la economía. Los recursos naturales presentan una alta demanda de las especies forestales, vegetales y fauna silvestre, debido a las actividades económicas de impacto en la zona que están relacionadas con la ganadería extensiva, la pesca, la minera, cultivos agrícolas y pastos por el empleo de técnicas y prácticas culturales ambientalmente insostenibles como cultivos inadecuados, ganadería (no planificada) y sobrepastoreo, riego y sobreexplotación de recursos hídricos, despeje y movimiento de tierras, deforestación y tala de árboles, pesca artesanal sin técnicas, entre otras, que se traducen en inadecuado aprovechamiento y manejo del suelo y del recurso hídrico, generando así, el incremento de necesidades básicas insatisfechas, el desequilibrio en la relación entre sociedad y naturaleza, la contaminación por el mal manejo y disposición final de residuos sólidos y líquidos en las fuentes hídricas de la región generando el deterioro de la calidad ambiental de los territorios y de la salud pública afectando el crecimiento económico sostenido que garantice la satisfacción de las necesidades humanas presentes y futuras, sin detrimento de la calidad ambiental.

Estas prácticas están contribuyendo al incremento de los procesos de erosión, desertificación y pérdida de fertilidad de los suelos, lo cual conlleva a la ampliación de fronteras agrícolas ante la demanda de las comunidades por nuevas áreas para el establecimiento y desarrollo económico, a la producción y uso de bienes y servicios que respondan a las necesidades básicas y aporten una mejor calidad de vida, mientras minimizan el uso de recursos naturales, el uso ineficiente del agua en los cultivos como consecuencia del bajo nivel de desarrollo tecnológico y la inadecuada infraestructura de los sistemas de riego agrícola, el uso de materiales tóxicos y emisiones de desechos y contaminantes sobre todo el ciclo de vida de los bienes y servicios.

La intervención socioeconómica debe ser orientada hacia la satisfacción de las necesidades prioritarias de los grupos poblacionales, promoviendo el incremento de la autogestión comunitaria con respeto a sus diferencias culturales, de forma que les permita alcanzar un mayor grado de participación en la toma de decisiones, el mejoramiento de los sistemas productivos y de ingresos económico, no solamente a corto plazo, sino también con una visión de sostenibilidad y de respeto de los derechos de las generaciones futuras; debe acompañarse con propuestas de capacitación y organización comunitaria, con módulos de producción agropecuarios y nuevas alternativas productivas, con propuestas de manejo de recursos naturales, con proyectos agroindustriales, proyectos pilotos forestales y agroforestales. Con estas acciones se dará un sustancial impulso al mejoramiento social y económico de los grupos de la región, como son los campesinos, afrocolombianos, indígenas, mujeres, microempresarios, docentes y, a través de todos ellos, al de los niños, familias y organizaciones comunitarias.

El diseño del proceso, que permite que las propias comunidades analicen su situación, identifiquen las posibles soluciones y realicen los necesarios esfuerzos para instrumentar su ejecución, permitirá tener, en primer lugar, una capacitación directamente relacionada a las necesidades del desarrollo comunitario y, en segundo lugar, una apropiación del conocimiento e internalización de los procesos, que permitirá que los efectos deseados sean más perdurables.

1.2.10 Áreas críticas en el área de estudio

A partir de la información recopilada durante el diagnóstico ambiental, se estructura la criticidad del área de estudio, tomando los aspectos desfavorables encontrados, el análisis está enfocado a determinar áreas que necesitan una restauración ambiental y que presenten deterioro. Las zonas con criticidad son las relevantes en la determinación de la problemática actual y se enfocan en el análisis integral de las mismas.

Este análisis permite identificar, espacializar y priorizar los principales problemas y conflictos que impactan negativamente, lo anterior con base en la disponibilidad y calidad de los recursos naturales renovables en el área de estudio, siguiendo las directrices de (causas, efectos y soluciones), de acuerdo con la metodología de áreas críticas (MADS, 2013).

El área crítica corresponde a situaciones en las cuales existen alteraciones que disminuyen condiciones ambientales que hacen sostenible un territorio. Una vez identificados los problemas y conflictos prioritarios del área de estudio, se analizan estas zonas críticas, para determinar áreas en las que confluyen estas situaciones y marcan la criticidad de un área determinada (MADS, 2013).

Los factores a tener en cuenta según (MADS, 2013) se describen a continuación:

- Áreas de sobreutilización del suelo
- Áreas deforestadas o aquellas que presentan cambios de cobertura natural.
- Zonas de amenaza alta
- Áreas de asentamientos humanos en zonas de amenaza
- Deficiente cantidad de agua para los diferentes tipos de uso

Puntualmente para el área de estudio, los factores que se tuvieron en cuenta se presentan en la Tabla 1-9, estos criterios buscaron seguir la metodología. Por otra parte, y para realizar un análisis más detallado, se incluyó una categoría en el componente hidrogeológico el cual tuvo en cuenta la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos, con el objeto de establecer otras áreas que generen alteraciones significativas en el desabastecimiento.

A partir de las áreas críticas definidas en cada componente, se estableció una calificación cuantitativa en un rango de 1 a 4 siendo 4 el valor de mayor criticidad y 1 para áreas críticas de menor afectación la justificación detallada de esta

calificación se presenta en los numerales que anteceden este numeral y a partir de la metodología propuesta por (MADS, 2013), teniendo como herramienta la información secundaria analizada para cada componente, aunado a los factores y la criticidad del profesional evaluador, teniendo como herramientas la información secundaria analizada para cada componente, la cual permite establecer el grado de criticidad de cada área.

Tabla 1-9

Crterios para la evaluación de áreas Críticas

ÁREA CRÍTICA	CRITERIO	CALIFICACIÓN
Áreas deforestadas	Áreas con pérdida de cobertura natural	4
Afectación directa a la fauna silvestre	Áreas seminaturales	4
	Áreas húmedas y superficies de agua	3
Áreas con conflicto por sobreutilización del suelo.	Sobreutilización Severa	4
	Sobreutilización Moderada	3
Acuíferos vulnerables a la contaminación	Vulnerabilidad acuífera muy alta	2
Áreas de inundación	Áreas con alta amenaza de inundación.	3
Áreas con amenaza por movimientos en masa	Amenaza alta por movimientos en masa	4
	Amenaza media por movimientos en masa	3
Áreas de asentamientos humanos en zonas de amenaza	Riesgo de pérdida de infraestructura y personas afectadas por desastres naturales.	4
Afectación a la calidad del agua por intervención antrópica	Cuerpos de agua superficial con una intervención antrópica	3

Fuente: Consorcio PMA 2021, 2022

Una vez establecidas las calificaciones para mapear las zonas críticas, en el área de estudio, mediante los Sistemas de Información Geográfica – SIG, se realiza la integración de los mapas insumos de cada componente, el método para establecer el grado de criticidad en el área de estudio, consistió en una ponderación por máximos, en dónde prevalecían las áreas con mayor cuantía a partir de las calificaciones dadas por cada profesional, así entonces se tendrán áreas categorizadas con calificaciones de 3 a 4. De acuerdo a la clasificación de las áreas críticas, en la Tabla 1-10, se aprecia la distribución en el área de estudio.

Tabla 1-10

Distribución de áreas críticas en el área de estudio

CATEGORÍA DE CRITICIDAD	ÁREA EN EL TERRITORIO (ha)	%
Muy crítico (5)	178.873,48	47,30%
Crítico (4)	199.282,45	52,70%

Fuente: Consorcio PMA 2021, 2022

La situación de criticidad del área de estudio Presentado en la *Figura 1-7*, evidencia que el 47,30% corresponde a la categoría de muy alta criticidad y el 52,70% corresponde a áreas críticas.

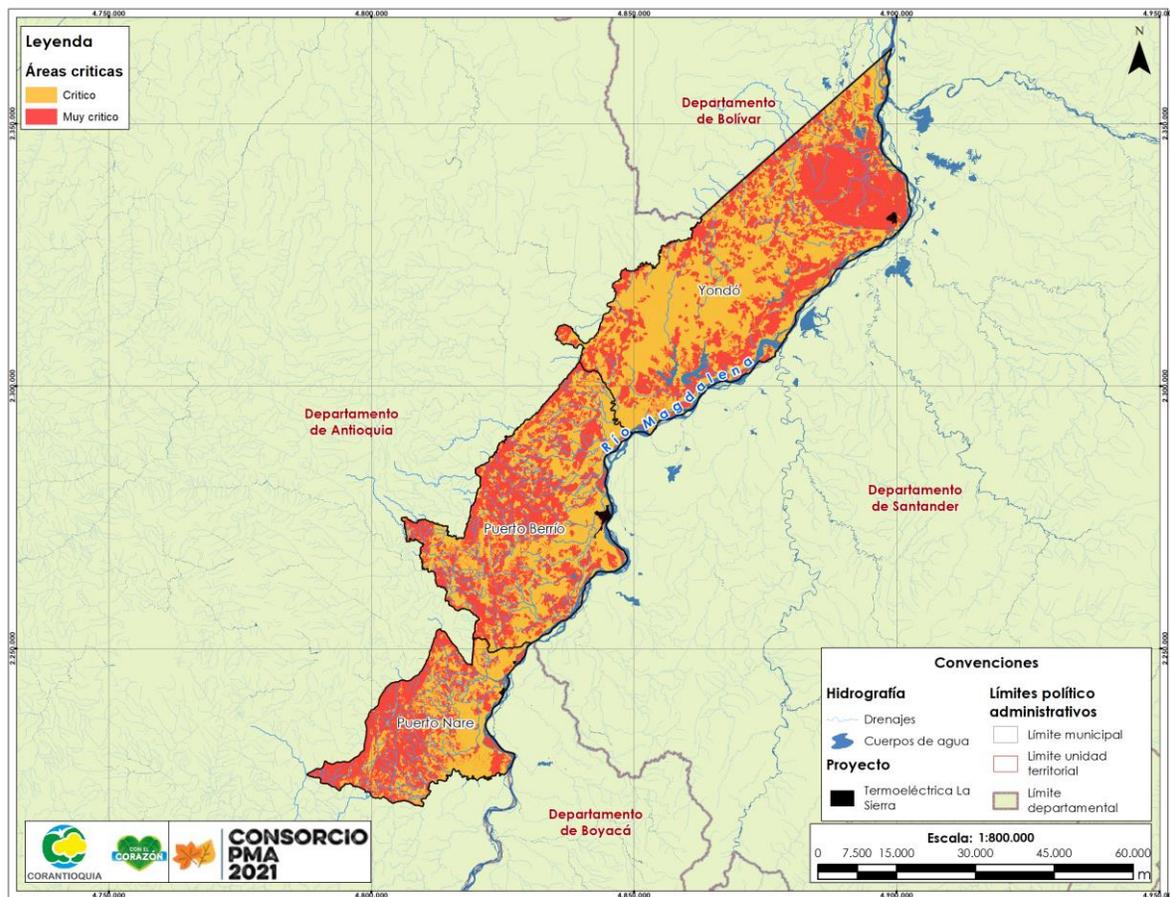


Figura 1-7 Mapa de áreas críticas en el área de estudio

Fuente: Consorcio PMA 2021, 2022

1.3 SÍNTESIS AMBIENTAL

La síntesis ambiental, es entendida como la situación actual del área de estudio, de acuerdo con los resultados de la caracterización de potencialidades y áreas críticas. Esta integración permite identificar, espacializar y priorizar los principales problemas y conflictos que afectan la disponibilidad y calidad de los recursos naturales renovables en el área de estudio (causas, efectos y soluciones), así como determinar los asuntos y las variables clave que alimentarán las propuestas planteadas en el informe 4.1 (MADS, 2013).

Para la espacialización de la síntesis ambiental, se hace una integración espacial de las áreas potenciales presentada en el numeral 1.1.8 “Áreas potenciales del área de estudio” y las áreas críticas descritas en el numeral 1.2.10 “Áreas críticas en el área de estudio”, en donde se le asignó un valor de 1 a las áreas potenciales que no presentaban traslape con otras áreas potenciales y el valor de 2 en aquellas áreas donde se sobrepone dos o más potencialidades, una vez integradas estas variables se hizo una diferencia de las áreas críticas con las áreas potenciales (*Figura 1-8*) y se asignaron las categorías de acuerdo a la calificación presentada en la Tabla 1-11.

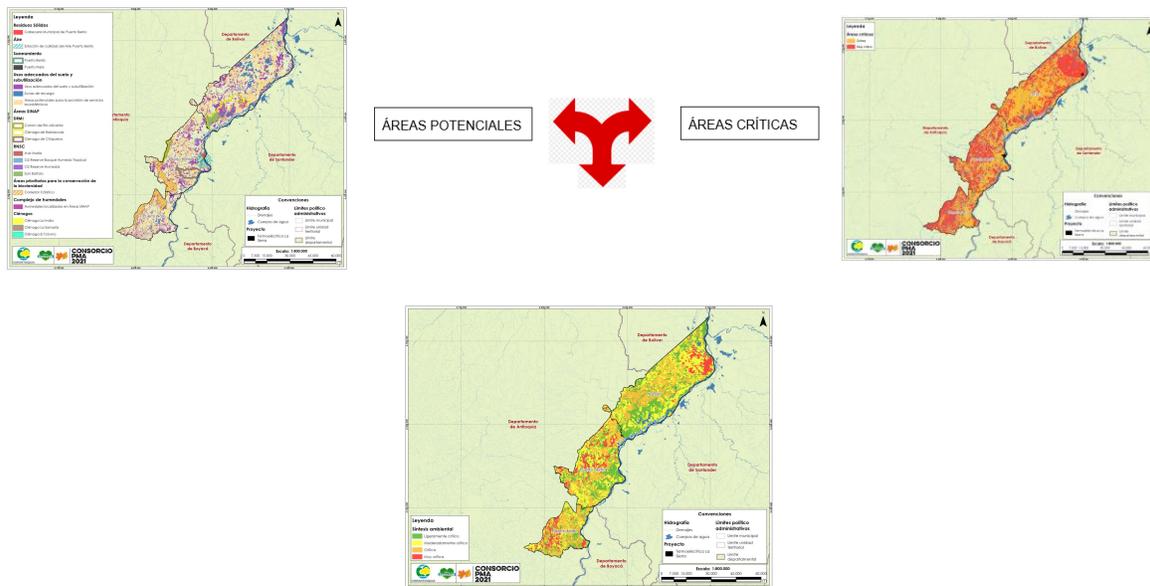


Figura 1-8 Diagrama para definición de la Síntesis ambiental del área de estudio

Fuente: Consorcio PMA 2021, 2022

Tabla 1-11

Clasificación de áreas críticas en el área de estudio

CALIFICACIÓN	CATEGORÍA
4	Muy crítico
3	Crítico
2	Moderadamente crítico
1	Ligeramente crítico

Fuente: Consorcio PMA 2021, 2022

De acuerdo a la clasificación de las áreas, se presenta en la Tabla 1-12 la síntesis ambiental del área de estudio.

Tabla 1-12

Distribución de la síntesis en el área de estudio

CATEGORÍA	ÁREA EN EL TERRITORIO (ha)	%
Muy alta criticidad	40.258,8	10,65%
Crítico	94.498,7	25,00%
Moderadamente crítico	138.599,2	36,66%
Ligeramente crítico	104.699,9	27,69%

Fuente: Consorcio PMA 2021, 2022

El resultado de la síntesis ambiental es: El 36.66% del área de estudio se caracteriza por presentar una categoría moderada, donde la presión sobre los recursos naturales por la dinámica socioeconómica aún no sobrepasa su límite, sin embargo, están próximas a verse afectadas negativamente, por lo que deben presentarse acciones que permitan un sostenimiento y mantenimiento de estas zonas, para la preservación y conservación, que de alguna manera también permitan prevenir la posibilidad de la pérdida de los servicios ambientales que ofertan estos recursos, teniendo en cuenta que de no ser preservadas y/o mejoradas en su condición actual, potencialmente pueden convertirse en áreas críticas.

Las áreas categorizadas como ligeramente críticas ocupan de 27,69% del área de estudio si bien es un área representativa, es importante aclarar que en estas zonas se llevan a cabo planes y programas por parte de la Autoridad ambiental y las acciones del orden local; se considera que en estas áreas se deberán seguir implementando dichos programas para mantener el equilibrio y calidad de los recursos naturales.

Las unidades categorizadas como críticas, con un 25% son áreas puntuales localizadas en los tres municipios que conforman el área de estudio, lo que implica una mayor atención y accionar por parte de las autoridades locales y regionales.

El 10,65% del área de estudio se encuentra en muy alta criticidad, donde la conjugación de áreas críticas y potencialidades no se presentó y por lo tanto la afectación de los recursos naturales es muy alta. Es importante considerar acciones y programas que permitan la recuperación de los recursos naturales y controlar algunas amenazas naturales, el resultado del análisis presentado anteriormente se presenta en la *Figura 1-9* y en el anexo cartográfico de [Síntesis ambiental](#).

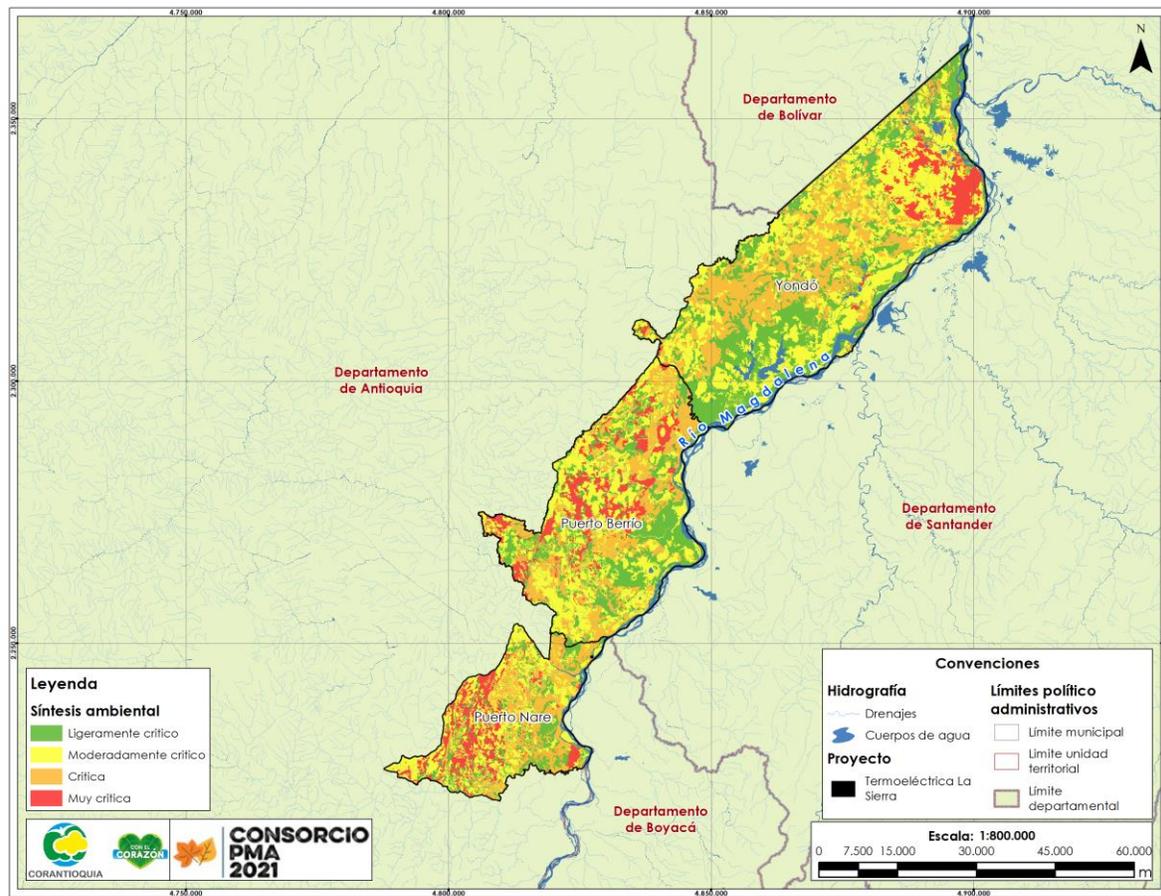


Figura 1-9 Mapa de síntesis ambiental en el área de estudio

Fuente: Consorcio PMA 2021, 2022

1.4 DEFINICIÓN Y PRIORIZACIÓN DE PROBLEMAS Y CONFLICTOS

Posterior al proceso de diagnóstico del área de estudio, en donde además se han detectado las áreas potenciales y críticas por componente, a continuación, se definen, evalúan y priorizan los distintos conflictos y problemáticas que afectan los recursos naturales en ella.

1.4.1 Definición de problemas y conflictos

Complementario a la caracterización del área de estudio, mediante diferentes recursos o componentes, a continuación, en la siguiente tabla, se describen los problemas y conflictos identificados para cada uno de ellos, con base en la información secundaria analizada y con complemento de la aportado por los actores del área de estudio.

Tabla 1-13

Síntesis de problemas y conflictos en el área de estudio

RECURSO O COMPONENTE	CONFLICTOS	PROBLEMA
Aire	Afectación a la calidad del aire por presentar niveles superiores a los valores máximos permisibles para contaminantes atmosféricos en los municipios del área de estudio.	Afectación a la calidad del aire
Residuos sólidos y Saneamiento básico	Culminación de la vida útil de los rellenos sanitarios, como sucede en Puerto Nare.	Deficiencia en la disposición final de residuos sólidos
	Carencia de sistemas de aprovechamiento de residuos sólidos.	
	Población con carencia de servicios públicos de acueducto y alcantarillado.	Carencia o deficiencia en la prestación y cobertura de servicios de acueducto y alcantarillado
Afectación a cuerpos de agua superficiales por vertimiento de aguas residuales sin tratamiento previo.		
Suelo	En el área de estudio se identifican conflictos por subutilización y sobreutilización del suelo, las tierras con conflicto por subutilización son las de mayor representatividad con 35,20%; las tierras que presentan conflictos por sobreutilización equivalen al 31,98% del área de estudio. Estos conflictos obedecen a actividades como la ganadería extensiva (no planificada) y la minería, entre otros, que han generado deterioro del recurso y cambios en el uso	Uso inadecuado del suelo

RECURSO O COMPONENTE	CONFLICTOS	PROBLEMA
	del suelo sin tener en cuenta su capacidad productiva.	
Recurso hídrico	Saneamiento básico, hay zonas donde los residuos biológicos de asentamientos suburbanos, no se disponen correctamente debido a la carencia de un sistema de recolección; además de presentarse descargas de baterías sanitarias, sin ningún tipo de sistema de tratamientos de aguas residuales.	Contaminación del recurso hídrico
	Vertimiento de productos agroquímicos, asociados al sostenimiento de cultivos y ganadería extensiva (no planificada).	
	Los cuerpos de agua son tratados como de dominio personal, por encontrarse inmersos en zonas de propiedad privada. donde se asume que el dueño del predio tiene dominio sobre este recurso.	
	Compactación de suelos, por acción directa de la cría extensiva de ganado (bovino y bufalino), creando zonas con poca permeabilidad hídrica.	
	Reemplazo de vegetación riparia, con pastizales en rondas hídricas, zonas de alejamiento y nacimientos de agua.	Invasión de rondas hídricas
Riesgos	Pérdida de cobertura natural y pastoreo extensivo	Procesos de reptación y posteriores movimientos en masa
	Áreas urbanas e infraestructura en áreas de amenaza por movimientos en masa e inundaciones	Aumento de área de las llanuras de inundación

RECURSO O COMPONENTE	CONFLICTOS	PROBLEMA
Biótico	Cambio de coberturas naturales por la expansión de la frontera pecuaria, para la producción bovina y bufalina, así como por el extractivismo minero y forestal.	Pérdida de coberturas naturales
	Falta de gobernanza sobre las áreas protegidas/falta de cultura ambiental	
Fauna silvestre	Caza de fauna silvestre como fuente de alimento	Pérdida de hábitat y afectación directa a la fauna silvestre
	Caza de fauna silvestre por retaliación/protección (grandes felinos) o por miedos/creencias (serpientes, murciélagos, arácnidos, etc.)	
	Consumo de huevos de tortugas y caimanes	
	Tráfico de fauna silvestre como mascotas	
	Sobrepesca	
	Pérdida de hábitat acuático por fragmentación, pérdida de conectividad, desecación y sedimentación de cuerpos de agua por jarillones, ganadería, y otras actividades	
	Presiones sobre hábitats únicos en el corredor Cárstico	
	Falta de apropiación y/o desconocimiento de la fauna por parte de la población urbana	
	Escasa autonomía de las comunidades, especialmente en términos ambientales, considerando que las administraciones	Poca articulación en la gestión

RECURSO O COMPONENTE	CONFLICTOS	PROBLEMA
Socioeconómico y político administrativo	municipales en ocasiones no colaboran con los mecanismos necesarios para su desarrollo.	ambiental de los actores
	Desarticulación de las instituciones y entidades territoriales con la comunidad	
	Deficiente regulación institucional sobre el aprovechamiento, protección y conservación de los recursos naturales.	Baja capacidad de gobernanza y gobernabilidad para la administración de los recursos naturales
	Insuficiente capacidad de respuesta en la delimitación y protección de rondas hídricas.	
	Poca promoción de buenas prácticas ambientales en la ganadería	Baja optimización del uso del patrimonio ambiental en la dinámica económica, que permita la consolidación de territorios sostenibles
	Limitadas prácticas económicas colectivas orientadas al aprovechamiento pertinente y sostenible de los territorios de los grupos étnicos.	
	La extracción de recursos naturales sin manejo sostenible, impactan de forma negativa el ecosistema, la cultura social, las actividades de producción, transformación y comercialización de bienes y servicios agrícolas, pecuarios, pesqueros autóctonos de la región.	
	Se sigue presentando la cacería y pesca artesanal como fuente de alimentación tradicional.	Cacería y tala de árboles
Continúa la tala de árboles y deforestación para la extracción de madera y para el aumento de zonas de pastoreo para la ganadería extensiva.		

RECURSO O COMPONENTE	CONFLICTOS	PROBLEMA
	Impactos negativos sobre los recursos naturales producidos por los movimientos masivos de población en general a causa de los desplazamientos intraurbanos y emigración de la población a otras regiones generando necesidades básicas insatisfechas, desempleo, violencia, falta de oportunidades laborales, tenencia inequitativa de la tierra, fundando capturas de animales para venta o para consumo indiscriminado, afectación de la flora y contaminación de las fuentes hídricas por construcciones de redes de servicios públicos artesanales y mal disposición final de los residuos sólidos y líquidos.	Necesidades básicas insatisfechas
Hidrogeológico	Baja cobertura natural y pastoreo extensivo	Afectación de zonas de recarga y aumento de la vulnerabilidad acuífera por contaminación

Fuente: Consorcio PMA 2021, 2022

1.4.2 Priorización de problemas y conflictos

Como metodología de priorización de los problemas y conflictos identificados, se realiza una calificación numérica de cada uno de ellos, de acuerdo a los criterios enmarcados por la “Guía para formulación de POMCAS” del MADS, y relacionados en la Tabla 1-14. De acuerdo a la calificación obtenida para cada uno de los problemas y conflictos, se procede a priorizar cada uno de ellos, de acuerdo a las tres categorías relacionadas en la Tabla 1-15.

Tabla 1-14

Criterios para la evaluación de problemáticas y conflictos

CRITERIO	CALIFICACIÓN	
Urgencia	2	Es imprescindible actuar ahora
	1	Es indiferente

CRITERIO	CALIFICACIÓN	
	0	Puede esperar
Alcance	2	Afecta a muchas personas en la comunidad
	1	Afecta a algunas personas en la comunidad
	0	Afecta a pocas personas en la comunidad
Gravedad: ¿Qué aspectos claves están afectados?	2	Mayor gravedad
	1	Gravedad intermedia
	0	Menor gravedad
Tendencia o evolución	2	Tiende a empeorar
	1	Está estable
	0	Tiende a mejorar
Impactos sobre otros problemas o conflictos: Relaciones causa – efecto entre situaciones	2	Central y relacionado con muchos problemas
	1	Intermedio
	0	Aislado
Oportunidad: Este problema haría que la comunidad se movilizará y participara en la posible solución y/o tiene mucho:	2	Consenso
	1	Moderadamente
	0	La comunidad es indiferente
Disponibilidad de recursos	2	Se cuenta con los fondos necesarios
	2	No requiere fondos
	1	Existe la posibilidad de obtenerlos
	0	Hay que buscarlos

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014.

Tabla 1-15

Rangos de priorización

CALIFICACIÓN	PRIORIDAD
0 – 4	Baja
5 – 9	Moderada
>10	Alta

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014.

Tabla 1-16
Evaluación de problemáticas y conflictos

RECURSO O COMPONENTE	PROBLEMA	URGENCIA	ALCANCE	GRAVEDAD	TENDENCIA O EVOLUCIÓN	IMPACTO SOBRE OTROS PROBLEMAS Y CONFLICTOS	OPORTUNIDAD	DISPONIBILIDAD DE RECURSOS	PUNTAJE TOTAL
Aire	Afectación a la calidad del aire	0	1	0	2	1	0	1	5
Residuos sólidos y Saneamiento básico	Deficiencia en la disposición final de residuos sólidos	2	1	1	2	1	1	1	9
	Carencia o deficiencia en la prestación y cobertura de servicios de acueducto y alcantarillado	2	1	1	1	1	1	1	8
Suelo	Uso inadecuado del suelo	2	2	2	2	2	1	0	11
Recurso hídrico	Contaminación del recurso hídrico	2	2	2	2	2	1	1	12
	Invasión de rondas hídricas	2	1	1	2	1	1	2	10
Riesgos	Reptación y movimientos en masa	0	1	1	1	1	1	2	7
	Aumento áreas de inundación	2	1	2	2	1	2	1	11
	Centros poblados e infraestructura en áreas de amenaza por movimientos en masa e inundaciones	1	1	2	2	1	0	1	8
Biótico	Pérdida de coberturas naturales	2	2	2	2	2	2	1	13
Fauna silvestre	Pérdida de hábitat y afectación directa a la fauna silvestre	2	1	2	1	1	2	1	10
	Poca articulación en la gestión ambiental de los actores	2	2	1	1	1	1	1	9

Socioeconómico y político administrativo	Baja capacidad de gobernanza y gobernabilidad para la administración de los recursos naturales	1	2	1	1	2	1	0	8
	Baja optimización del uso del patrimonio ambiental en la dinámica económica, que permita la consolidación de territorios sostenibles	2	2	2	2	2	1	1	12
	Necesidades básicas insatisfechas	2	2	2	2	1	2	0	11
Hidrogeológico	Afectación a zonas de recarga	1	1	1	1	1	1	1	7
	Vulnerabilidad acuífera	1	2	1	2	1	1	1	9

Fuente: Consorcio PMA 2021, 2022

En la Tabla 1-17, se organizan los conflictos y problemas identificados, de acuerdo a su prioridad en el área de estudio.

Tabla 1-17

Priorización de problemáticas y conflictos

RECURSO O COMPONENTE	PROBLEMAS/ CONFLICTOS	ORDEN DE PRIORIDAD
Aire	Afectación a la calidad del aire	5
Residuos sólidos y Saneamiento básico	Deficiencia en la disposición final de residuos sólidos	9
	Carencia o deficiencia en la prestación y cobertura de servicios de acueducto y alcantarillado	8
Suelo	Uso inadecuado del suelo	11
Riesgos	Aumento áreas de inundación	11
	Reptación y movimientos en masa	7
Biótico	Pérdida de coberturas naturales	13
Fauna silvestre	Pérdida de hábitat y afectación directa a la fauna silvestre	10
Recurso hídrico	Contaminación del recurso hídrico	12
	Invasión de rondas hídricas	10
Socioeconómico y político administrativo	Baja optimización del uso del patrimonio ambiental en la dinámica económica, que permita la consolidación de territorios sostenibles	12
	Necesidades básicas insatisfechas	11
	Poca articulación en la gestión ambiental de los actores	9
	Baja capacidad de gobernanza y gobernabilidad para la administración de los recursos naturales	8
Hidrogeológico	Afectación a zonas de recarga	7
	Vulnerabilidad acuífera	9

Fuente: Consorcio PMA, 2021, 2022

A la luz de los resultados obtenidos con la calificación y priorización de los conflictos y problemas identificados en el área de estudio, se tiene que, para el componente biótico, la principal problemática radica en la pérdida de coberturas naturales, la cual de manera directa, afecta a la fauna silvestre; Para el componente hídrico, la principal problemática se ve evidenciada en la contaminación de los distintos cuerpos de agua, por intervención antrópica y posible cambio climático en los mismos, lo cual a su vez es un problema que radica en la invasión de rondas

hídricas. Dichos conflictos, así mismo se ven directamente relacionados con el componente hidrogeológico, en el cual se evidenció una afectación a las zonas de recarga y la vulnerabilidad acuífera. Son también de alta importancia, componentes como el suelo, en donde se evidencia un uso inadecuado del mismo, así como el componente de riesgos en el área de estudio, el cual según se evidenció, tiene mayor número de áreas de inundación que de movimientos en masa. En cuanto al componente social, su principal conflicto se evidencia en la baja optimización del uso del patrimonio ambiental, en la dinámica económica, que no permite la consolidación de territorios sostenibles.

1.5 LÍNEA BASE DE INDICADORES

De acuerdo a los resultados de la caracterización del área de estudio, se crea a continuación una línea base de indicadores, que permitirán sintetizar el estado actual de la misma. A continuación, se relacionan los indicadores que se caracterizan, de acuerdo a cada componente; además de su objetivo.

Cabe resaltar que, para el componente hídrico, los índices presentados en este compendio se encuentran más orientados a determinar el posible grado de afectación de los cuerpos de agua, debido a la acción antrópica que viene presionando estos ecosistemas, aunado al cambio climático que se presenta a nivel mundial, lo anterior en concordancia con los índices de contaminación analizados en el PMA de la termoeléctrica La Sierra en el año 2021.

Tabla 1-18

Indicadores del diagnóstico

COMPONENTE	NOMBRE DEL INDICADOR
Recurso Hídrico	Índices de contaminación por mineralización, materia orgánica, sólidos suspendidos, trofia y pH. (Ver detalle en numeral 1.2.4 Áreas críticas asociadas al recurso hídrico .
Biótico	Porcentaje de área (ha) de áreas protegidas del SINAP
	Porcentaje de área (ha) de ecosistemas estratégicos presentes
	Tasa de cambio de las coberturas naturales de la tierra (TCCN)
	Indicador de vegetación remanente (IVR)
Socioeconómico	Porcentaje de áreas de sectores económicos

COMPONENTE	NOMBRE DEL INDICADOR
Riesgo	Porcentajes de zonas de amenaza (alta) por movimiento en masa
	Porcentaje de eventos de inundación
	Porcentaje de áreas urbanas e infraestructura en áreas amenazantes por eventos naturales.
Hidrogeológico	Porcentaje de área con potencial acuífero muy alto
	Porcentaje de área con vulnerabilidad acuífera muy alta

Fuente: Consorcio PMA 2021, 2022

COMPONENTE: BIOFÍSICO		1
TEMÁTICA: COBERTURAS Y USO DE LA TIERRA		
INDICADOR	Tasa de cambio de las coberturas naturales de la tierra (TCCN)	
OBJETIVO	Medir la pérdida o recuperación de los diferentes tipos de coberturas naturales con relación al tiempo en años.	
DEFINICIÓN	El indicador mide los cambios de área de las coberturas naturales del suelo a partir de un análisis multitemporal, mediante el cual se identifican las pérdidas de hábitat para los organismos vivos. La tasa de cambio estima el grado de conservación de la cobertura, la cantidad de hábitat natural intacto y los patrones de conversión. (Modificado de IAvH, 2002).	
FÓRMULA	$TCC = (\ln ATC2 - \ln ATC1) * 100 / (t2 - t1)$	
VARIABLES Y UNIDADES	<p>TCC: tasa de cambio de las coberturas en (%)</p> <p>ATC2: área total de la cobertura en el momento dos (o final)</p> <p>ATC1: área total de la cobertura en el momento uno (o inicial)</p>	

COMPONENTE: BIOFÍSICO		1	
TEMÁTICA: COBERTURAS Y USO DE LA TIERRA			
	$(t2 - t1)$: número de años entre el momento inicial ($t1$) y el momento final ($t2$) Ln : logaritmo natural		
INTERPRETACIÓN DE LA CALIFICACIÓN	Categoría	Descriptor	Calificación
	Baja	menor del 10%	20
	Media	entre 11-20%	15
	Medianamente alta	entre 21-30%	10
	Alta	entre 31-40%	5
	Muy alta	mayor 40%	0
OBSERVACIONES	El rango toma valores positivos o negativos, dependiendo de si la tasa es de aumento o disminución del parámetro observado.		
RESULTADOS			
<p>En el área de estudio, en el periodo evaluado se registra la pérdida de 27.312,70 ha. de coberturas naturales, la unidad de arbustal es la que registra la mayor pérdida de área con 12.841,54 ha., esta cobertura ha experimentado una tasa de cambio de categoría media. A diferencia de las demás coberturas naturales presentes en el área de estudio, la vegetación secundaria o en transición incrementó su área clasificándose en la categoría de medianamente alta, este resultado es producto de la recuperación de la vegetación en zonas con pastos en las cuales se han suspendido las actividades de manejo, permitiendo el crecimiento de otro tipo de especies, también el aumento de esta cobertura se debe a la degradación y transformación de los bosques en la zona. A continuación, se presentan los resultados del índice de tasa de cambio de las coberturas naturales para las áreas de estudio:</p> <p>Tasa de cambio de las coberturas naturales periodos 2005- 2009 y 2018 en el área de estudio</p>			

COMPONENTE: BIOFÍSICO						1
TEMÁTICA: COBERTURAS Y USO DE LA TIERRA						
COBERTURA	AÑO		CAMBIO (ha)	TCCN	CATEGORÍA	CALIFICACIÓN
	2005 -2009	2018				
	ÁREA (ha)					
Bosque denso	35.009,01	28.907,76	-6.101,25	-2,13	Baja	20
Bosque abierto	12.052,35	5.116,69	-6.935,66	-9,52	Baja	20
Bosque fragmentado	8.768,76	7.538,65	-1.230,12	-1,68	Baja	20
Bosque de galería y ripario	6.275,70	6.164,73	-110,98	-0,20	Baja	20
Herbazal	2.859,86	2.766,70	-93,15	-0,37	Baja	20
Arbustal	18.071,57	5.230,03	-12.841,54	-13,78	Media	15
Vegetación secundaria o en transición	8.834,90	65.036,15	56.201,26	22,18	Medianamente alta	10

Fuente: Consorcio PMA 2021, 2022

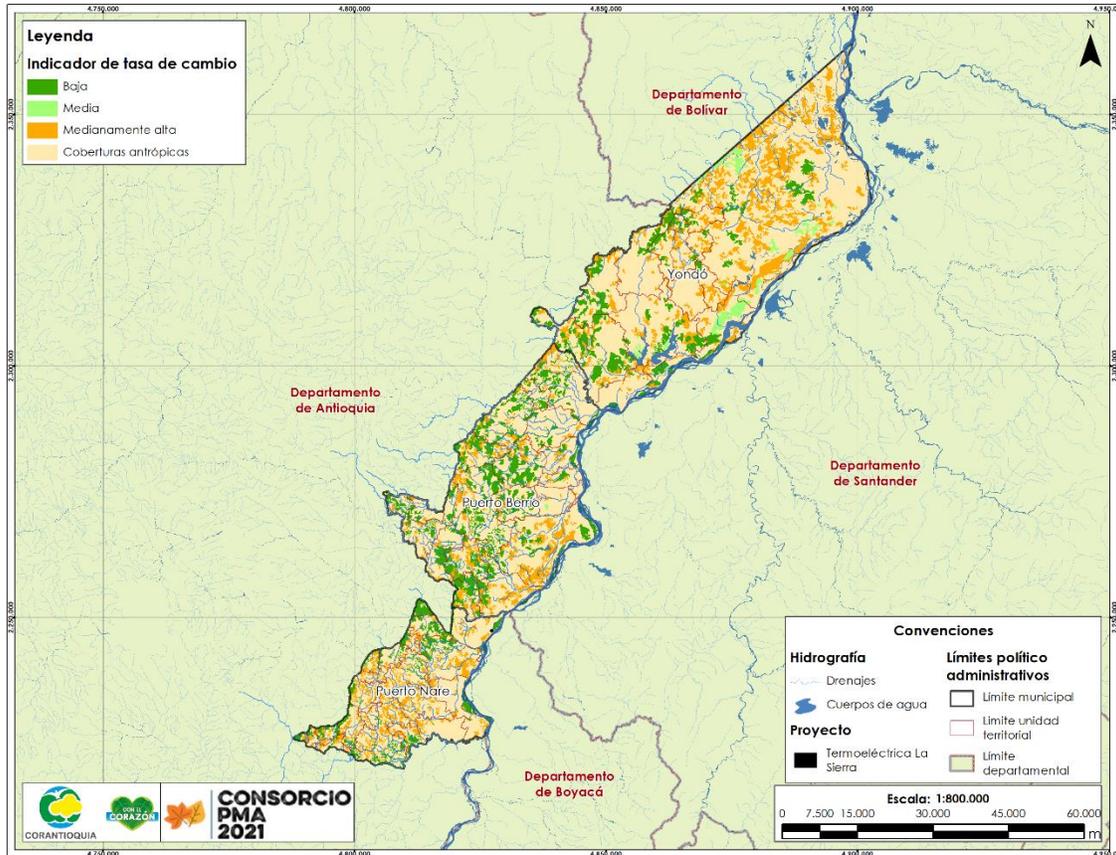
La pérdida de coberturas naturales en el área de estudio como consecuencia de la expansión de la frontera pecuaria para la cría de ganado bovino y bufalino, el cambio climático, la explotación de materiales de cantera y la tala de especies maderables, genera cambios en la composición de los ecosistemas, pues ocasionan la creación de nuevos hábitats para la colonización de otras especies más generalistas, también causa la pérdida de biodiversidad dado que aumenta la vulnerabilidad de las especies de flora y fauna a condiciones ambientales adversas provocando procesos de extinción (Cayuela, 2006). Esta pérdida de coberturas naturales no solo afecta a las especies propias del ecosistema, sino también a las especies que requieren de áreas grandes de hábitat continuo (corredores biológicos) para mantener sus poblaciones viables (Navarro M., 2015).

A continuación, se presenta el mapa de Indicador de Tasa de Cambio de las coberturas naturales para el área de estudio:

COMPONENTE: BIOFÍSICO

TEMÁTICA: COBERTURAS Y USO DE LA TIERRA

1



Fuente: Consorcio PMA 2021, 2022

COMPONENTE: BIOFÍSICO

TEMÁTICA: COBERTURAS Y USO DE LA TIERRA

2

INDICADOR	Indicador de vegetación remanente (IVR)
OBJETIVO	Cuantificar el porcentaje de vegetación remanente por tipo de cobertura vegetal.
DEFINICIÓN	El indicador de vegetación remanente expresa la cobertura de vegetación natural de un área como porcentaje total de la misma; dicho indicador se estima para cada una de las

COMPONENTE: BIOFÍSICO		2	
TEMÁTICA: COBERTURAS Y USO DE LA TIERRA			
	coberturas de la zona en estudio. (Márquez, 2002, con modificación).		
FÓRMULA	$IVR = (AVR / At) * 100$		
VARIABLES Y UNIDADES	AVR: Es el área de vegetación remanente. At: es el área total de la unidad, en kilómetros cuadrados o hectáreas.		
INTERPRETACIÓN DE LA CALIFICACIÓN	Categoría	Rango	Calificación
	NT: No transformado o escasamente transformado. Sostenibilidad alta	IVR \geq 70%	20
	PT: Parcialmente transformado. Al menos el 70% de la vegetación primaria permanece sin alterar. Sostenibilidad media	IVR \geq igual al 50% y < del 70%	15
	MDT: Medianamente transformado. Sostenibilidad media baja	IVR \geq a 30% y < del 50%	10
	MT: Muy transformado. Sostenibilidad baja	IVR \geq a 10% y < 30%	5
	CT: Completamente transformado.	IVR < 10%	0
OBSERVACIONES	Categorías con condiciones de muy transformado y completamente transformado, se consideran áreas críticas a ser consideradas en el análisis de conflictos por pérdida de la biodiversidad.		
RESULTADOS			
El área de estudio presenta un paisaje fuertemente transformado, según el IVR la mayoría de las coberturas naturales se encuentran completamente transformadas. Los resultados varían para la vegetación secundaria o en transición que se califica como medianamente transformada y se considera de baja sostenibilidad, lo anterior, teniendo en cuenta que este tipo de cobertura es más susceptible a experimentar intervención antrópica. A continuación, se			

COMPONENTE: BIOFÍSICO
2
TEMÁTICA: COBERTURAS Y USO DE LA TIERRA

presentan los resultados para el índice de vegetación remanente (IVR) de las coberturas naturales en el área de estudio:

Índice de vegetación remanente para las coberturas naturales del área de estudio

COBERTURA	ÁREA (ha)	IVR	CATEGORÍA	CALIFICACIÓN
Bosque denso	28.907,76	7,65	0	CT
Bosque abierto	5.116,69	1,35	0	CT
Bosque fragmentado	7.538,65	1,99	0	CT
Bosque de galería y ripario	6.164,73	1,63	0	CT
Herbazal	2.766,70	0,73	0	CT
Arbustal	5.230,03	1,38	0	CT
Vegetación secundaria o en transición	65.036,15	17,20	5	MT

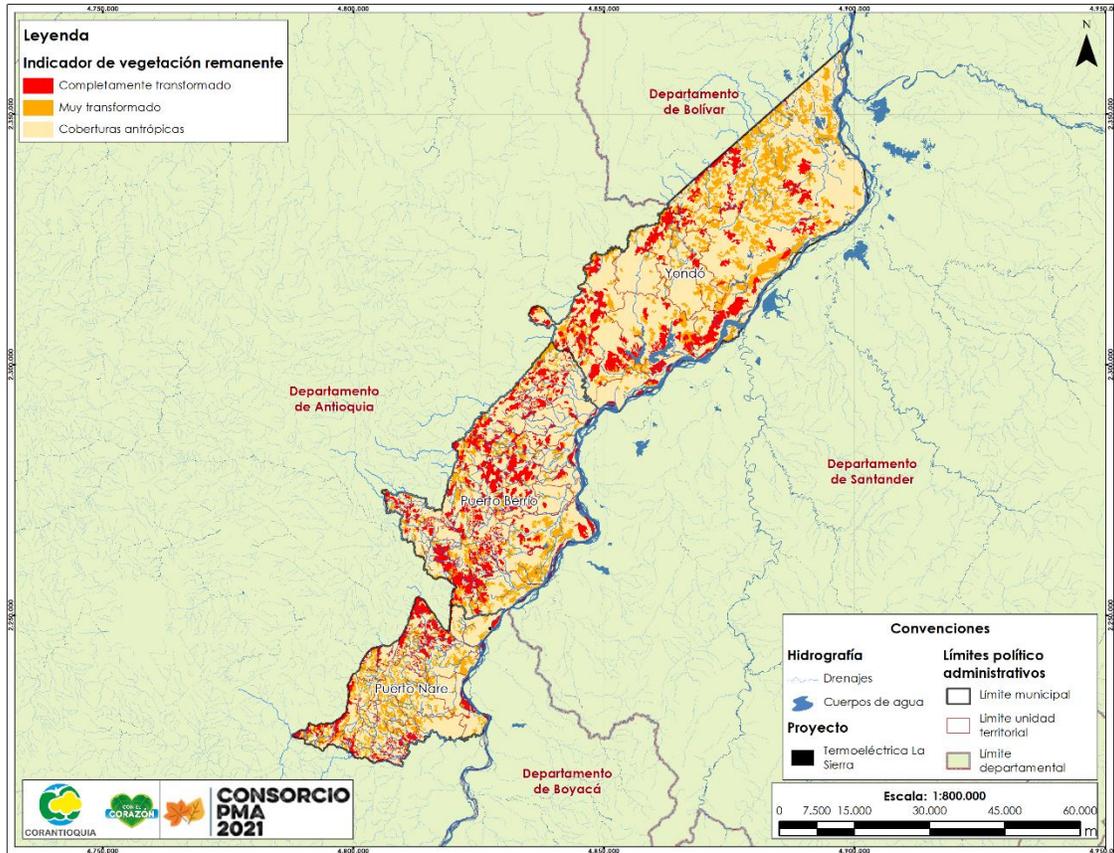
Fuente: Consorcio PMA 2021, 2022

En términos generales los resultados del IVR para las coberturas naturales en el área de estudio, indican que las unidades de vegetación están siendo cada vez más afectadas por las acciones antrópicas producidas por el hombre, lo que pone en riesgo la permanencia de las coberturas naturales en el tiempo y de los servicios ecosistémicos que proveen para los organismos vivos; así mismo constituye una amenaza para la biodiversidad de las especies de flora y fauna que habitan en estos ecosistemas. A continuación, se presenta el mapa del índice de vegetación remanente de las coberturas naturales para el área de estudio:

COMPONENTE: BIOFÍSICO

TEMÁTICA: COBERTURAS Y USO DE LA TIERRA

2



Fuente: Consorcio PMA 2021, 2022

COMPONENTE: BIOFÍSICO

TEMÁTICA: ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS

3

INDICADOR	Porcentaje y área (ha) de áreas protegidas SINAP
OBJETIVO	Definir la participación en porcentaje de las áreas protegidas del SINAP dentro de la extensión total del área de estudio
DEFINICIÓN	Representa la participación en porcentaje de las áreas protegidas (i) de un área de interés (h)

COMPONENTE: BIOFÍSICO		3
TEMÁTICA: ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS		
FÓRMULA	$PAP_{ih} = (ATE_{ih}) / A_h \times 100$ $(h = 1, 2 \dots r)$	
VARIABLES Y UNIDADES	<p>PAP_{ih}: porcentaje de áreas protegidas (i) en un área de interés (h)</p> <p>ATE_{ih}: superficie total de las áreas protegidas (i) (Ha) en un área de interés (h)</p> <p>A_h: superficie total del área de interés h (Ha)</p> <p>R: número de áreas de interés</p>	
INSUMOS	Mapa de áreas protegidas del SINAP	
INTERPRETACIÓN DE LA CALIFICACIÓN	Es un valor indicativo que no puede estar homologado a rangos entre 1 y 100%	
<p>RESULTADOS</p> <p>Las áreas SINAP incluidas en el polígono del área de estudio son los Distritos Regionales de Manejo Integrado Ciénaga de Barbacoas, Ciénaga de Chiqueros y Cañón del Río Alicante (sólo su extensión en Puerto Berrío), y las Reservas Naturales de la Sociedad Civil San Bartolo, O2 Reserve-Bosque Húmedo Tropical, O2 Reserve-Humedal y Ave María, así, el área total de las áreas SINAP en el área de interés es de 47.734,17 ha, y el área de estudio tiene 378.061,58 ha, por lo que las áreas SINAP representan el 12,63% o aproximadamente una octava parte del total del área.</p> <p>Esto puede interpretarse como que no se tiene una proporción considerable de área protegida (al menos parte del SINAP) en el área de estudio y, si se tiene en cuenta la ubicación de estas áreas SINAP, se puede ver que realmente no hay conectividad entre ellas, ya que están concentradas en los costados oriental y occidental de Puerto Berrío y el costado suroriental de Yondó, por lo que gran parte de Puerto Berrío, el norte de Yondó y toda el área de Puerto Nare se encuentran desprotegidas (teniendo en cuenta sólo estatus de área SINAP).</p> <p>Áreas protegidas SINAP y su participación dentro del área de estudio</p>		

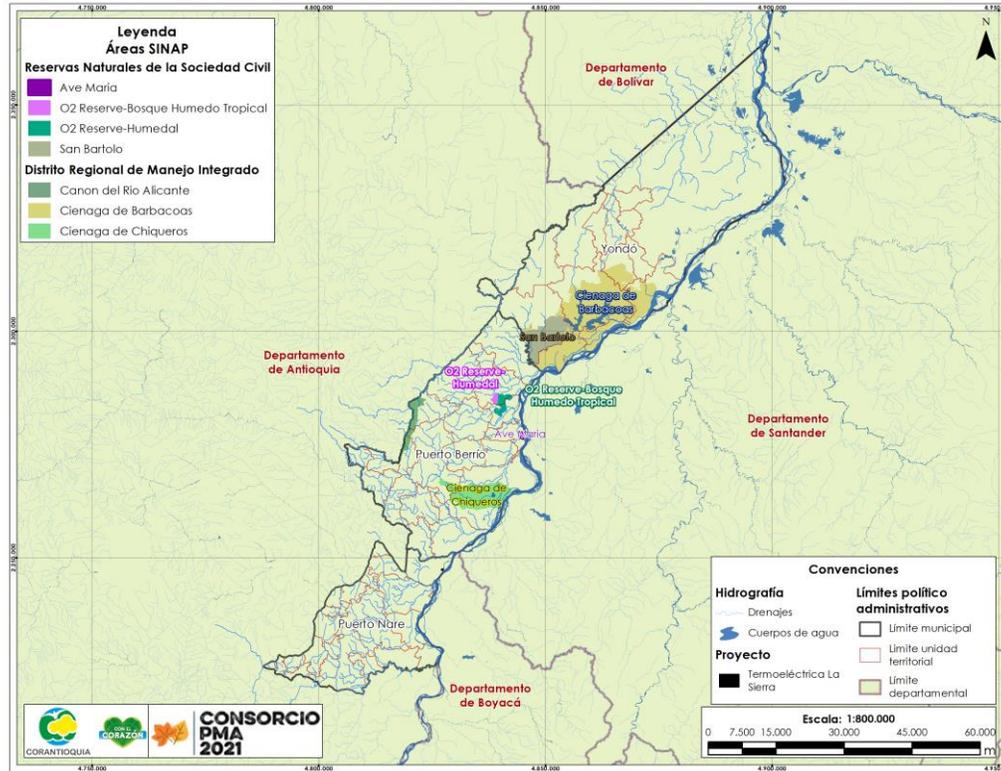
COMPONENTE: BIOFÍSICO			3	
TEMÁTICA: ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS				
	Categoría	Nombre	Área dentro del área de estudio (ha)	PAPih (%)
	Distritos Regionales de Manejo Integrado	Ciénaga de Barbacoas	32.038,86	8,47
		Ciénaga de Chiqueros	6.758,33	1,79
		Cañón del Río Alicante	1.987,03	0,53
	Reservas Naturales de la Sociedad Civil	San Bartolo	5.651,89	1,49
		O2 Reserve-Bosque Húmedo Tropical	262,63	0,07
		O2 Reserve-Humedal	985,87	0,26
		Ave María	49,55	0,01
Total			47.734,17	12,63

Áreas SINAP y su respectiva ubicación dentro del área de estudio:

COMPONENTE: BIOFÍSICO

TEMÁTICA: ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS

3



Fuente: Consorcio PMA 2021, 2022

COMPONENTE: BIOFÍSICO

TEMÁTICA: ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS

4

INDICADOR	Porcentaje de área (ha) de ecosistemas estratégicos presentes
OBJETIVO	Definir la participación en porcentaje de los ecosistemas estratégicos y otras áreas de importancia ambiental del nivel regional y local dentro de la extensión total del área de estudio.
DEFINICIÓN	Cuantifica la proporción de la abundancia de cada ecosistema en un área de interés. Es una medida de la

COMPONENTE: BIOFÍSICO		4
TEMÁTICA: ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS		
	composición del paisaje y permite comparar diferencias en tamaño entre los ecosistemas.	
FÓRMULA	$PE_{ih} = (ATE_{ih}) / Ah \times 100$ $(h = 1, 2 \dots r)$	
VARIABLES Y UNIDADES	ATE _{ih} : superficie total del ecosistema (i) (Ha) en un área de interés (h) Ah: superficie total del área de interés (ha) r: número de áreas de interés	
INTERPRETACIÓN DE LA CALIFICACIÓN	Es un valor indicativo que no puede estar homologado a rangos entre 1 y 100%	
RESULTADOS		
<p>Debido a la topografía de la región, en el área de estudio las zonas de humedales se encuentran principalmente concentradas en el oriente y norte de Yondó, y en el oriente de Puerto Nare y Puerto Berrío, en la planicie de inundación del Río Magdalena, y presentan conectividad con este y entre sí, principalmente en época de lluvias, cuando aumenta su volumen y por lo tanto su área.</p> <p>Tomando como base la delimitación de humedales provista por Corantioquia, con base en la nomenclatura Corine Land Cover, se tiene que el área total de humedales dentro del área de estudio es de 30.356 ha (aproximadamente, teniendo en cuenta que el área de los cuerpos de agua es un factor en constante cambio), y el área de estudio es de 378.061,58 ha, por lo que los humedales representan el 8,03% del total del área.</p> <p>Además, cierta proporción de estos humedales se encuentra dentro de áreas protegidas SINAP (DRMI Ciénaga de Barbacoas, RNSC San Bartolo, DRMI Ciénaga de Chiqueros, y pequeñas áreas en las RNSC O2 Reserve-Humedal y Ave María), principalmente en los complejos de humedales Barbacoas en Yondó y Chiqueros en Puerto Berrío, por lo que aproximadamente 7.615 ha de humedales se encuentran dentro de áreas SINAP, representando el 25,09% del área de humedales, el 15,95% del total del área SINAP y el 2,01% del área de estudio.</p> <p>Es importante mencionar que, si bien no representan gran parte del total del área de estudio, su presencia y buen estado es fundamental para el funcionamiento de las dinámicas ecológicas de la región, puesto que como ya se mencionó, forman</p>		

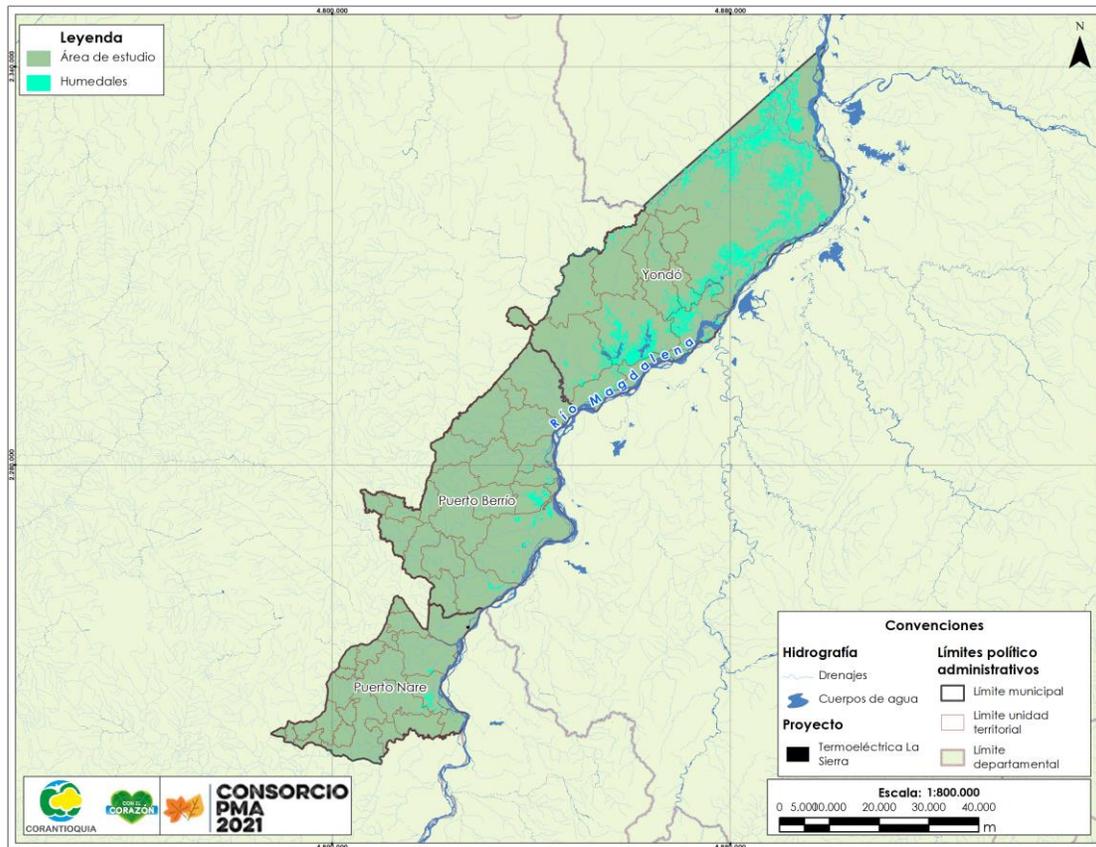
COMPONENTE: BIOFÍSICO

TEMÁTICA: ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS

4

una red hídrica conectada con el Río Magdalena, y presentan intercambio de materia y energía (interacciones ecosistémicas) con este y con los ecosistemas terrestres que los rodean, al ser estos sus cuencas de drenaje.

Cobertura de humedales dentro del área de estudio



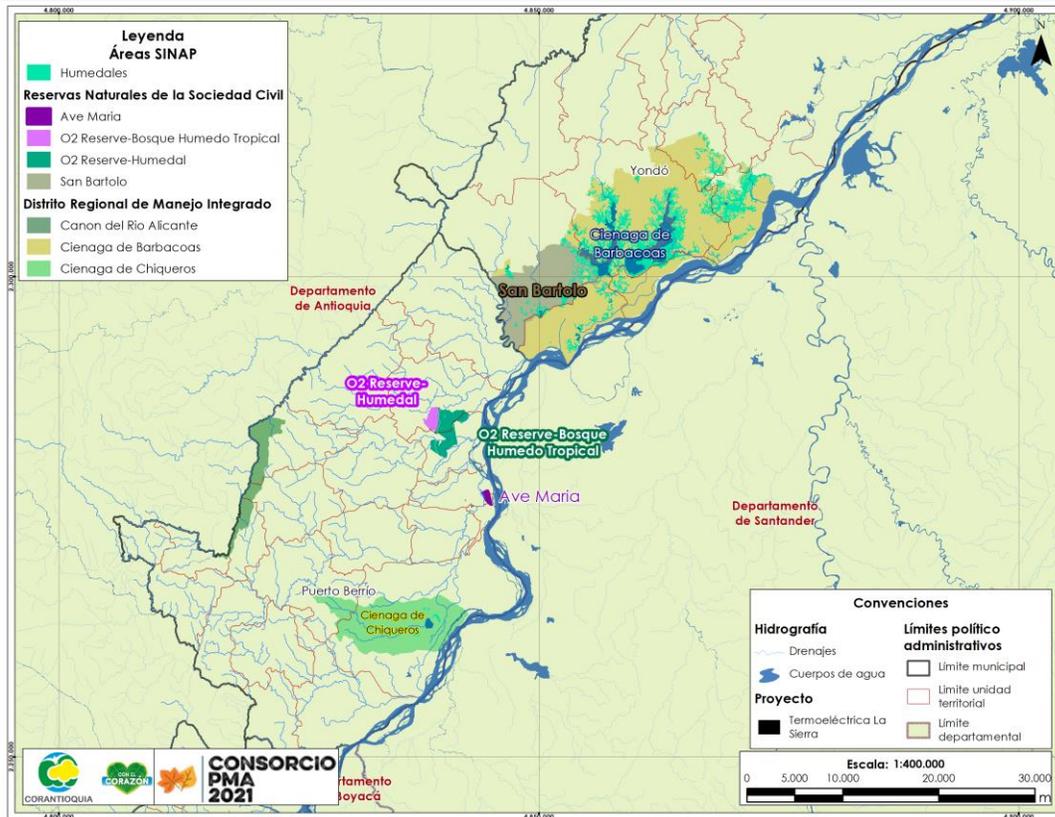
Fuente: Consorcio PMA 2021, 2022

Traslape entre las áreas SINAP y la cobertura de humedales dentro del área de estudio

COMPONENTE: BIOFÍSICO

TEMÁTICA: ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS

4



Fuente: Consorcio PMA 2021, 2022

COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO

TEMÁTICA: SISTEMA SOCIAL

5

INDICADOR	Porcentaje de área de sectores económicos
OBJETIVO	Determinar las áreas con incidencia directa de los diferentes sectores económicos presentes en el área de estudio a partir del análisis asociado al uso de la tierra
DEFINICIÓN	Teniendo en cuenta el análisis de coberturas se asocia un uso y el sector al que pertenece dependiendo del uso dado

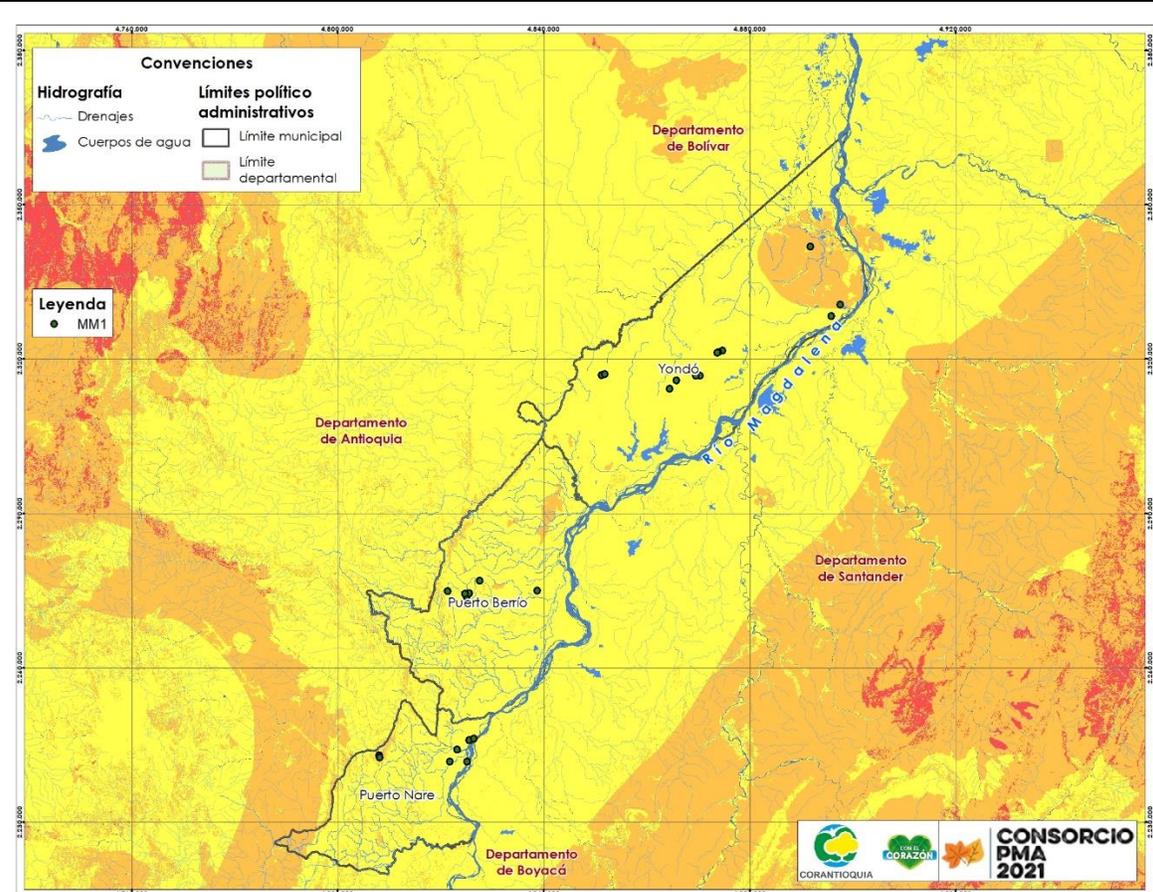
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		5	
TEMÁTICA: SISTEMA SOCIAL			
FÓRMULA	$\%ASE = \frac{SE}{At} \times 100$		
VARIABLES Y UNIDADES	SE: Cantidad de área asociada al sector económico i i: valor de 1...n, por cada actividad At: área total (ha)		
INTERPRETACIÓN DE LA CALIFICACIÓN	Área destinada a los distintos sectores económicos		
OBSERVACIONES	No hay una delimitación específica con respecto a polígonos por sectores económicos, por ello se hace alusión al análisis de la superposición de coberturas de la tierra relacionadas con las actividades económicas en forma genérica.		
RESULTADOS			
	SECTOR	ÁREA (ha)	ÁSE (%)
	Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	155241.5	61.62
	Explotación de minas y canteras	209.33	0.08
	Comercio y Transporte	258.58	0.1
	Actividades artísticas, de entretenimiento y recreación y otras actividades de servicios	19.75	0.01
ANÁLISIS DE RESULTADOS			
<p>El resultado de este indicador arroja que el segmento de mayor importancia económica dentro del área de estudio en relación con la extensión de tierra para tal fin es agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca (61.62%), seguido de comercio y transporte (0.1%), explotación de minas y canteras (0.08%) y actividades artísticas, de entretenimiento y recreación y otras actividades de servicios (0.01%). Dado el nivel de detalle es imposible aclarar las áreas utilizadas para los usos restantes determinado por el DANE.</p>			

COMPONENTE: GESTIÓN DEL RIESGO		6
TEMÁTICA: ZONAS DE AMENAZA ALTA Y MEDIA		
INDICADOR	Porcentaje de nivel de amenaza por movimientos en masa	
OBJETIVO	Evaluar el grado de incidencia de amenaza alta por movimientos en masa.	
DEFINICIÓN	Nivel del área de incidencia por tipo y nivel de amenaza	
FÓRMULA	$PH\beta = \left(\frac{PPi}{Pu} \right) * 100$	
VARIABLES Y UNIDADES	Donde, $PH\beta$ corresponde al porcentaje del área en nivel de amenaza (i) por tipo de amenaza; PPi es el área en nivel de amenaza alta; y Pu es el área de estudio	
INSUMOS	Mapas de amenaza por movimientos en masa	
INTERPRETACIÓN DE LA CALIFICACIÓN	Este indicador sólo considera las áreas de amenaza alta	

COMPONENTE: GESTIÓN DEL RIESGO

TEMÁTICA: ZONAS DE AMENAZA ALTA Y MEDIA

6



Fuente: Consorcio PMA 2021, 2022

La mayor área de estudio tiene amenaza media por movimientos en masa, y en menor medida amenaza alta, se toma la amenaza alta por movimientos en masa por ser el escenario más crítico del área de estudio.

COMPONENTE: GESTIÓN DEL RIESGO

TEMÁTICA: PORCENTAJE POR TIPO DE EVENTO AMENAZANTE

7

INDICADOR

Porcentaje por tipo de evento amenazante. (Movimientos en masa, inundaciones u otro)

COMPONENTE: GESTIÓN DEL RIESGO		7
TEMÁTICA: PORCENTAJE POR TIPO DE EVENTO AMENAZANTE		
OBJETIVO	Evaluar los eventos predominantes en el área de estudio	
DEFINICIÓN	Define los eventos amenazantes más frecuentes en el área de estudio	
FÓRMULA	$PH\beta = \left(\frac{Pe}{PT} \right) * 100$	
VARIABLES Y UNIDADES	Donde, <i>PHβ</i> corresponde al porcentaje por tipo de evento; <i>Pe</i> es el número de eventos históricos; y <i>PT</i> es el total de todos los eventos históricos	
INSUMOS	Eventos Históricos SGC, IDEAM, Corantioquia, y archivos periodísticos.	
INTERPRETACIÓN DE LA CALIFICACIÓN	Este indicador considera los eventos amenazantes de mayor frecuencia.	
RESULTADOS		
MOVIMIENTOS EN MASA 30% de los eventos históricos de los municipios del área de estudio		
INUNDACIONES 58% de los eventos históricos de los municipios del área de estudio		
OTROS 12% de los eventos históricos de los municipios del área de estudio		
ANÁLISIS DE RESULTADOS		

<p>COMPONENTE: GESTIÓN DEL RIESGO</p> <p>TEMÁTICA: PORCENTAJE POR TIPO DE EVENTO AMENAZANTE</p>	<p>7</p>												
<div style="text-align: center;"> <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th>Tipo de Evento</th> <th>Cantidad</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Otros</td> <td>33</td> <td>12%</td> </tr> <tr> <td>Inundación</td> <td>165</td> <td>58%</td> </tr> <tr> <td>Movimientos en masa</td> <td>85</td> <td>30%</td> </tr> </tbody> </table> <p>■ Otros ■ Inundación ■ Movimientos en masa</p> </div> <p>Fuente: Consorcio PMA 2021, 2022</p> <p>Las mayores amenazas y con mayor frecuencia de eventos históricos son las inundaciones con un 58%, seguido de movimientos en masa con un 30% y por último otros eventos como vendavales y lluvias fuertes con un 12%. Lo anterior es común en áreas con geomorfología predominantemente fluvial y denudacional como lo es el área de estudio.</p>		Tipo de Evento	Cantidad	Porcentaje	Otros	33	12%	Inundación	165	58%	Movimientos en masa	85	30%
Tipo de Evento	Cantidad	Porcentaje											
Otros	33	12%											
Inundación	165	58%											
Movimientos en masa	85	30%											

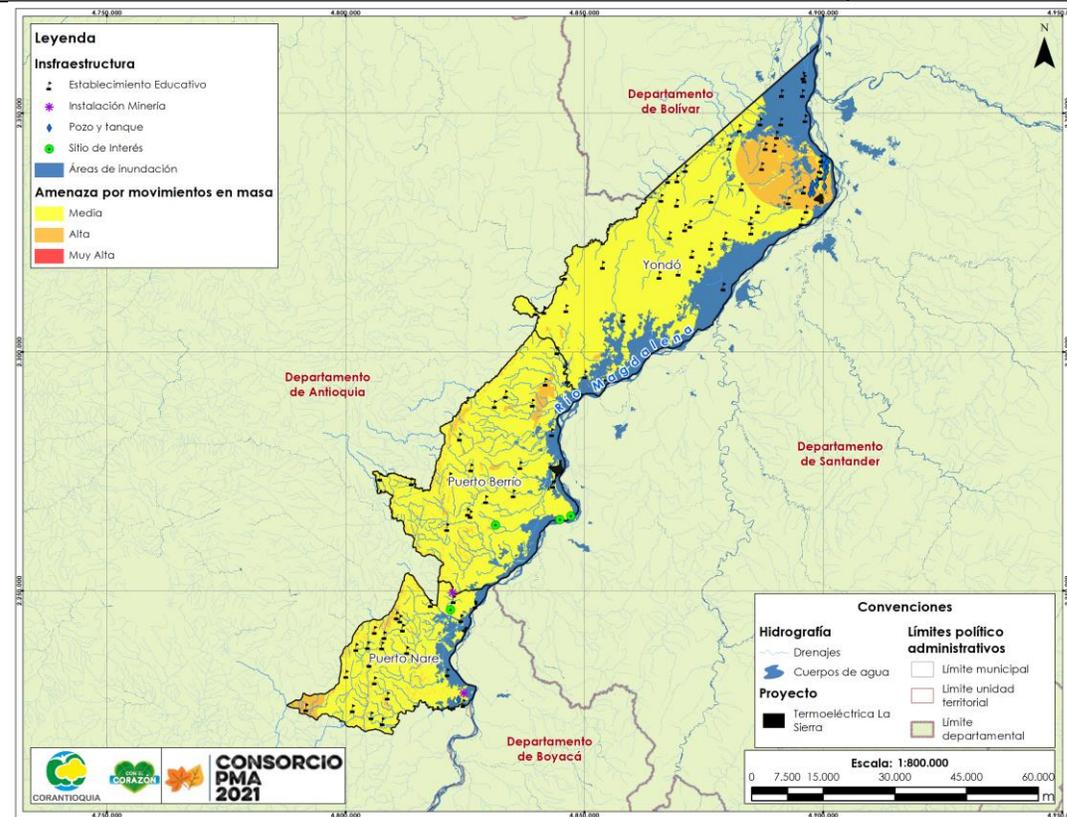
<p>COMPONENTE: GESTIÓN DEL RIESGO</p> <p>TEMÁTICA: ÁREAS URBANAS E INFRAESTRUCTURA EN ÁREAS DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA E INUNDACIONES</p>	<p>8</p>
<p>INDICADOR</p>	<p>Porcentaje de áreas urbanas e infraestructura en áreas amenazantes por eventos naturales.</p>
<p>OBJETIVO</p>	<p>Identificar las áreas urbanas e infraestructura con riesgo por amenaza.</p>
<p>DEFINICIÓN</p>	<p>porcentaje de centros poblados e infraestructura en amenaza natural</p>

COMPONENTE: GESTIÓN DEL RIESGO TEMÁTICA: ÁREAS URBANAS E INFRAESTRUCTURA EN ÁREAS DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA E INUNDACIONES		8
FÓRMULA	$PH\beta = \left(\frac{PPi}{Pu} \right) * 100$	
VARIABLES Y UNIDADES	<p>Donde, $PH\beta$ corresponde al porcentaje del área en nivel de amenaza (i) por tipo de amenaza; PPi número total de infraestructura y centros poblados en áreas de amenaza por inundación y movimientos en masa; y Pu es el número total de centros poblados e infraestructura.</p>	
INSUMOS	<p>Mapas de amenaza por movimientos en masa e inundación, áreas urbanas e infraestructura</p>	
INTERPRETACIÓN DE LA CALIFICACIÓN	<p>Este indicador considera infraestructura y centros poblados en las áreas de amenaza por inundación y movimientos en masa</p>	
<p>La mayor área de estudio tiene amenaza media por movimientos en masa, y en menor medida amenaza alta, se toma la amenaza alta por movimientos en masa por ser el escenario más crítico del área de estudio al igual que la amenaza por inundación.</p>		

COMPONENTE: GESTIÓN DEL RIESGO

**TEMÁTICA: ÁREAS URBANAS E INFRAESTRUCTURA
EN ÁREAS DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN
MASA E INUNDACIONES**

8



Fuente: Consorcio PMA 2021, 2022

Dos de los tres municipios se encuentran en áreas de inundación y un municipio se encuentra en área de amenaza por movimientos en masa altos.

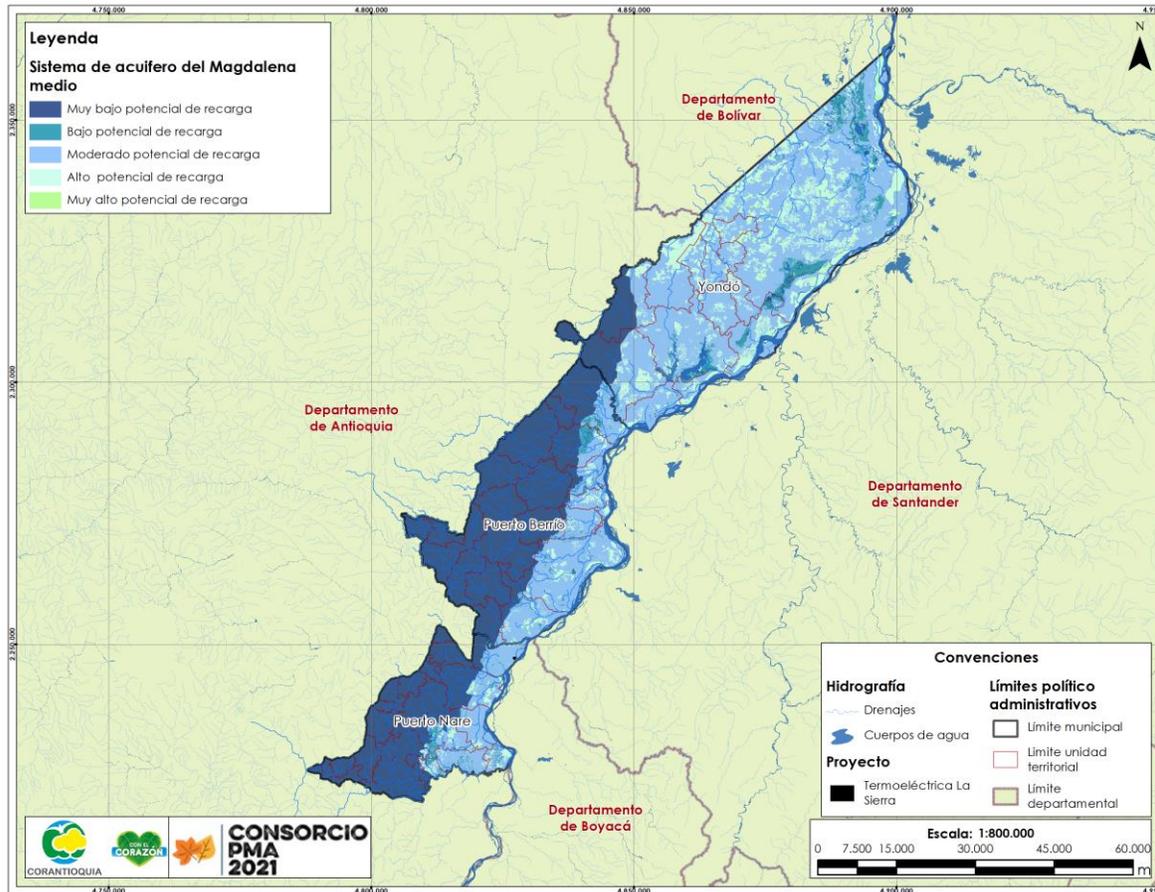
El 14% de la infraestructura de los municipios de estudio se encuentran en amenaza alta por inundación. El 17% de la infraestructura de los municipios de estudio se encuentran en áreas de amenaza por inundación.

COMPONENTE: HIDROGEOLOGÍA		9
TEMÁTICA: PORCENTAJE DE ÁREA CON POTENCIAL ACUÍFERO MUY ALTO		
INDICADOR	Porcentaje de área con potencial acuífero muy alto en el área de estudio	
OBJETIVO	Evaluar el potencial de recarga de aguas subterránea en el área de estudio	
DEFINICIÓN	Define las áreas con alto potencial de recarga hidrogeológica	
FÓRMULA	$PRH = \left(\frac{Pe}{PT} \right) * 100$	
VARIABLES Y UNIDADES	Donde, <i>PRH</i> corresponde al área total en porcentaje del potencial muy alto de recarga hidrogeológica; <i>Pe</i> es el área con potencial "Muy Alto" de recarga hidrogeológica; y <i>PT</i> es el área total de la zona de estudio.	
INSUMOS	Mapa de potencial acuífero de Corantioquia	
INTERPRETACIÓN DE LA CALIFICACIÓN	Este indicador considera la importancia del potencial de las áreas de recarga del área de estudio.	
RESULTADOS		
Alto potencial de recarga	44.907,99	11.88%
Bajo potencial de recarga	15.056,98	3.98%
Moderado potencial de recarga	180.524,14	47.75%
Muy alto potencial de recarga	1.542,60	0.41%
Muy bajo potencial de recarga	136.029,87	35.98%
ANÁLISIS DE RESULTADOS		

COMPONENTE: HIDROGEOLOGÍA

TEMÁTICA: PORCENTAJE DE ÁREA CON POTENCIAL ACUÍFERO MUY ALTO

9



Fuente: Consorcio PMA 2021, 2022

COMPONENTE: HIDROGEOLOGÍA

TEMÁTICA: VULNERABILIDAD ACUÍFERA

10

INDICADOR

Porcentaje de área con vulnerabilidad acuífera Muy alta

OBJETIVO

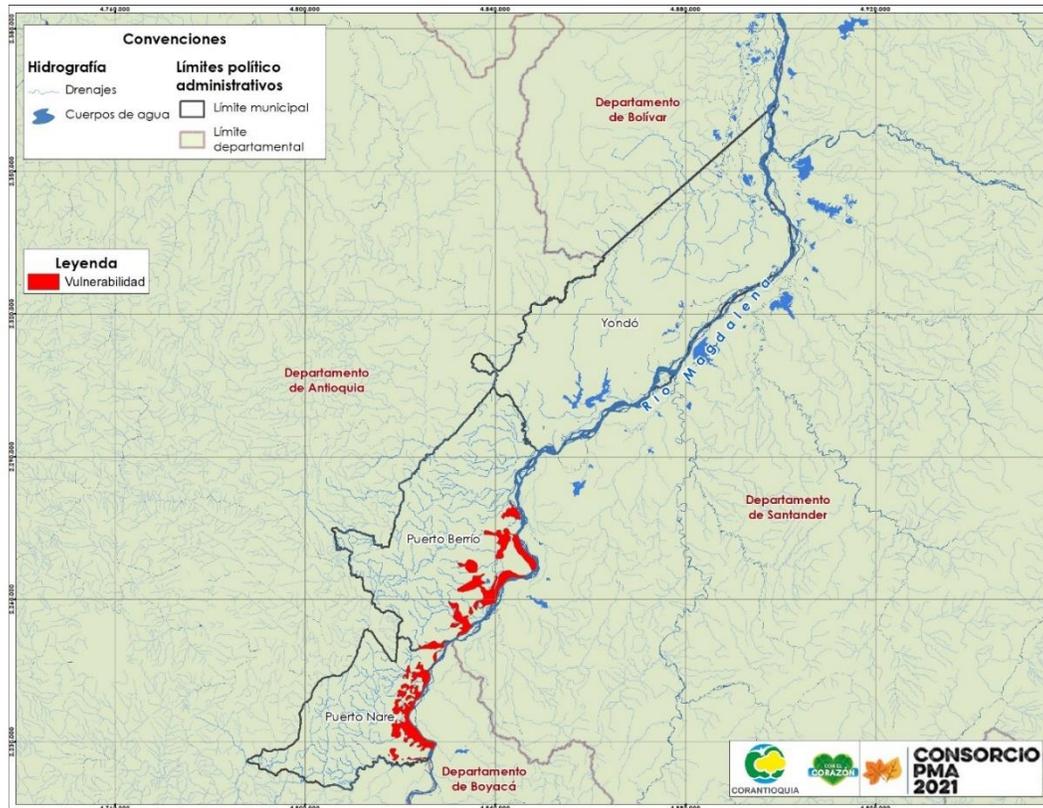
Evaluar el porcentaje de área vulnerable a la contaminación de aguas subterráneas

COMPONENTE: HIDROGEOLOGÍA		10
TEMÁTICA: VULNERABILIDAD ACUÍFERA		
DEFINICIÓN	Define las áreas vulnerables a la contaminación	
FÓRMULA	$V = \left(\frac{VA}{TA} \right) * 100$	
VARIABLES Y UNIDADES	Donde, V corresponde al área total en porcentaje del potencial muy alto de vulnerabilidad a la contaminación de agua subterránea en el área de estudio; VA es el área con potencial Muy Alto de contaminación; y TA es el área total de la zona de estudio.	
INSUMOS	Mapa vulnerabilidad acuífera	
INTERPRETACIÓN DE LA CALIFICACIÓN	Este indicador considera la importancia del potencial de las áreas de recarga del área de estudio.	
RESULTADOS		
15423,9425 hectáreas		4%
ANÁLISIS DE RESULTADOS		

COMPONENTE: HIDROGEOLOGÍA

TEMÁTICA: VULNERABILIDAD ACUÍFERA

10



Fuente: Consorcio PMA 2021, 2022

Por el tipo de geomorfología, tipo de cobertura, cercanía a centros poblados y otras características fisiográficas las áreas más vulnerables a la contaminación de aguas subterráneas se encuentran cerca al Río Magdalena en los municipios de Puerto Nare y Puerto Berrío.

2 BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía municipal de Puerto Nare. (2021). *Informe técnico de la problemática asociada a la Ciénaga La India y Caño San Pablo en el municipio de Puerto Nare*.
- Alcaldía Municipal de Yondó. (2020). Manatíes de la ciénaga del Totumo son alimentados por la comunidad. Obtenido de <http://www.yondio-antioquia.gov.co/noticias/manaties-de-la-cienaga-del-totumo-son-alimentados-por>
- Alcaldía municipal de Yondó. (2020). *Plan de desarrollo 2020-2023*.
- Corantioquia. (2016). *Informe técnico 160ZF-1610-16116*.
- Corantioquia. (2017). *Evaluación regional del agua en la jurisdicción de Corantioquia*. Medellín.
- Corantioquia. (2018). *Plan de Manejo Ambiental del sistema Acuífero del Magdalena Medio Antioqueño*. Medellín.
- Corantioquia. (2021). *Plan de manejo ambiental para el área de influencia de la planta térmica termoeléctrica La Sierra*. Medellín.
- Corantioquia. (2021a). *Plan de Gestión Ambiental Regional 2021-2032*. Medellín.
- Corantioquia. (2022). *Áreas protegidas*. Obtenido de <https://www.corantioquia.gov.co/areas-protegidas/>
- Cormagdalena. (2020). *Proyecto manejo sostenible y conservación de la biodiversidad en la cuenca del Río Magdalena*.
- Corporación Montañas. (2005). *Plan de Manejo Ambiental del Complejo Cenagoso Barbacoas, municipio de Yondó, Antioquia*.
- Franco J., C. B. (2016). *Documento síntesis para la declaratoria del complejo cenagoso Barbacoas*. Medellín.
- Fundación Natura. (2020). *Proyecto manejo sostenible y conservación de la biodiversidad en la cuenca del río Magdalena. Diagnóstico primera fase*.
- Gallego, W., Sanabria, A. (2019). *Evaluación de Impacto Ambiental y ganadería extensiva en Colombia*. Universidad Externado de Colombia.
- IGAC. (2007). *Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Antioquia. Mapas a Colores +2 CD-ROOM*. Bogotá, D.C.: Imprenta Nacional de Colombia.
- MADS. (2013). *Guía Técnica para la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas*.
- Mora, A., Ríos, L., Almario, C. (2016). *Impacto de la actividad ganadera sobre el suelo en Colombia*.

- Murgueitio E. (2009). *Reconversión ambiental y social de la ganadería bovina en Colombia*. FAO.
- Odum P. E. y G. W. Barrett. (2006). *Fundamentos de ecología*.
- Odum, E., Barret, G. (2006). *Fundamentos de ecología*. México.
- SIAC. (2015). *Degradación de suelos*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/siac/erosion>
- Socarrás A. (2013). Mesofauna edáfica: indicador biológico de la calidad del suelo. *Pastos y forrajes vol. 36 No. 1*.
- Vergara, W. (2010). *La ganadería extensiva y el problema agrario. El reto de un modelo de desarrollo rural sustentable para Colombia*. Universidad de La Salle.
- Villegas J.C. (2004). Análisis del conocimiento en la relación agua - suelo - vegetación para el departamento de Antioquia. *EIA. Esc. Ing. Antioq. No. 1*.

3 ANEXOS

Anexo 1 Mapa de zonas inundadas por el fenómeno de la Niña

Anexo 2 Mapa de Áreas críticas dadas a partir de fenómenos de remoción en masa o movimientos en masa

Anexo 3 Mapa de áreas de recarga

Anexo 4 Mapa capacidad de recarga por unidades geológicas

Anexo 5 Mapa de vulnerabilidad acuífera

Convenciones

Hidrografía

 Drenajes

 Cuerpos de agua

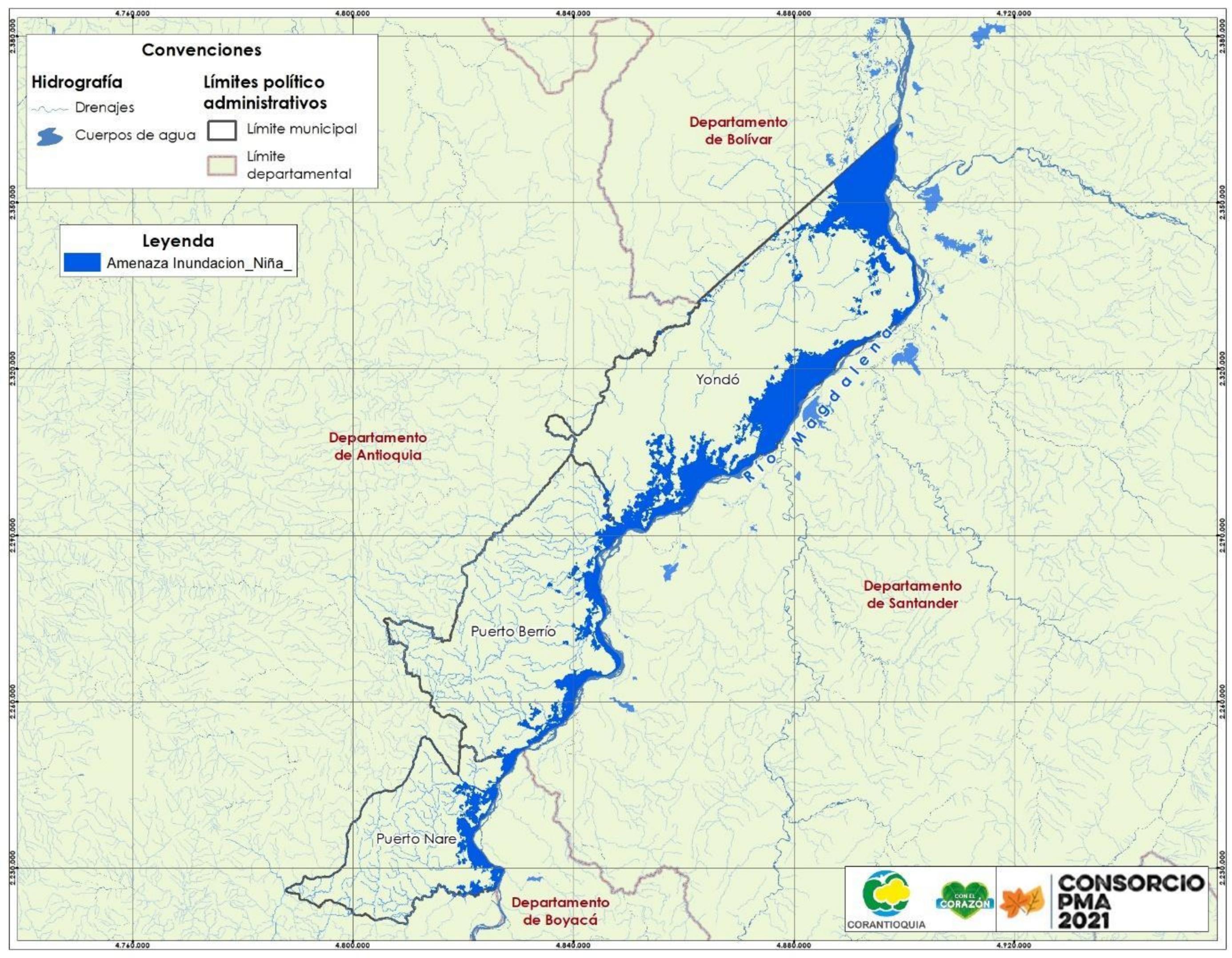
Límites político administrativos

 Límite municipal

 Límite departamental

Leyenda

 Amenaza Inundacion_Niña_



**CONSORCIO
PMA
2021**

Convenciones

Hidrografía

~ Drenajes

■ Cuerpos de agua

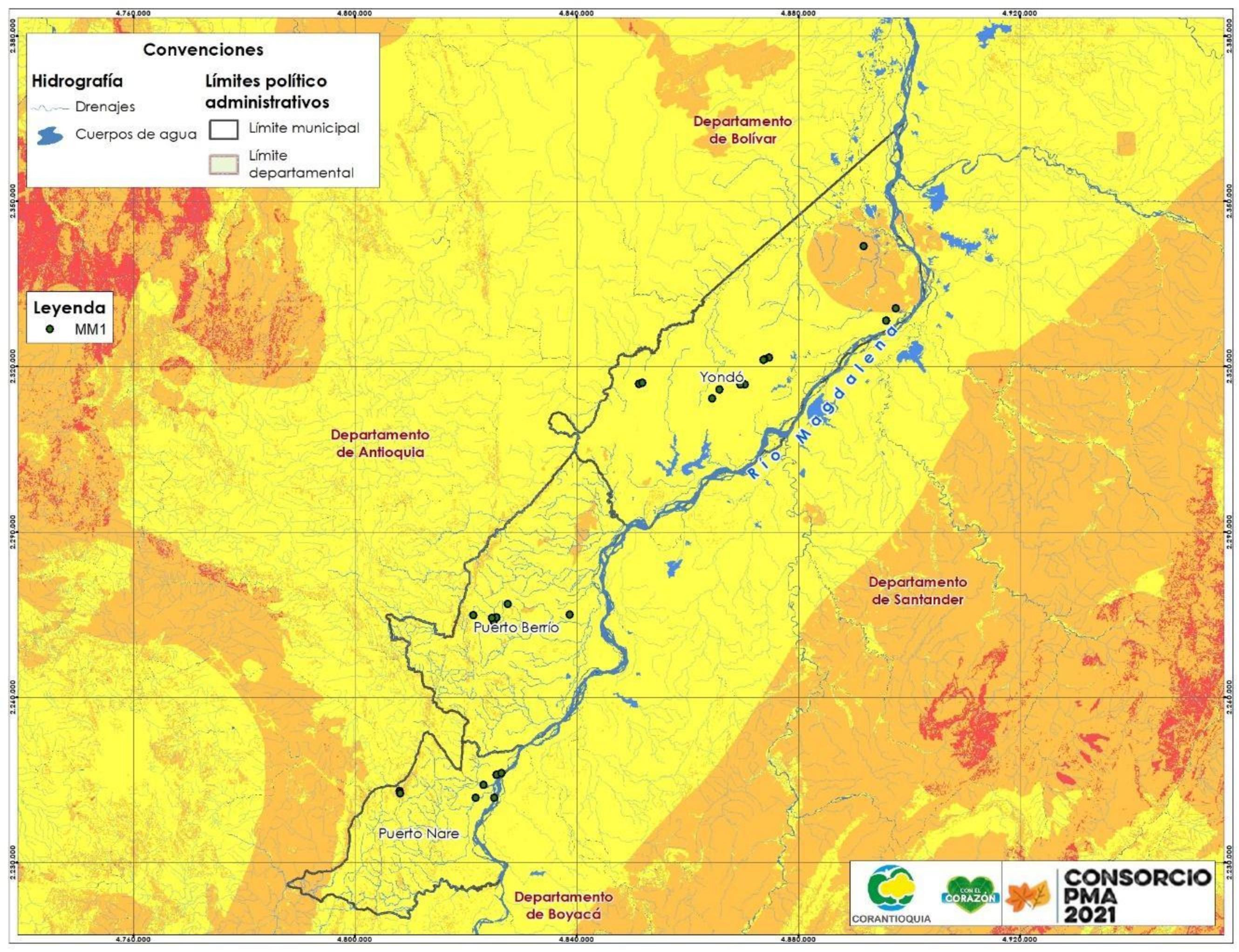
Límites político administrativos

□ Límite municipal

□ Límite departamental

Leyenda

● MM1



Departamento de Bolívar

Departamento de Antioquia

Yondó

Puerto Berrio

Departamento de Santander

Puerto Nare

Departamento de Boyacá

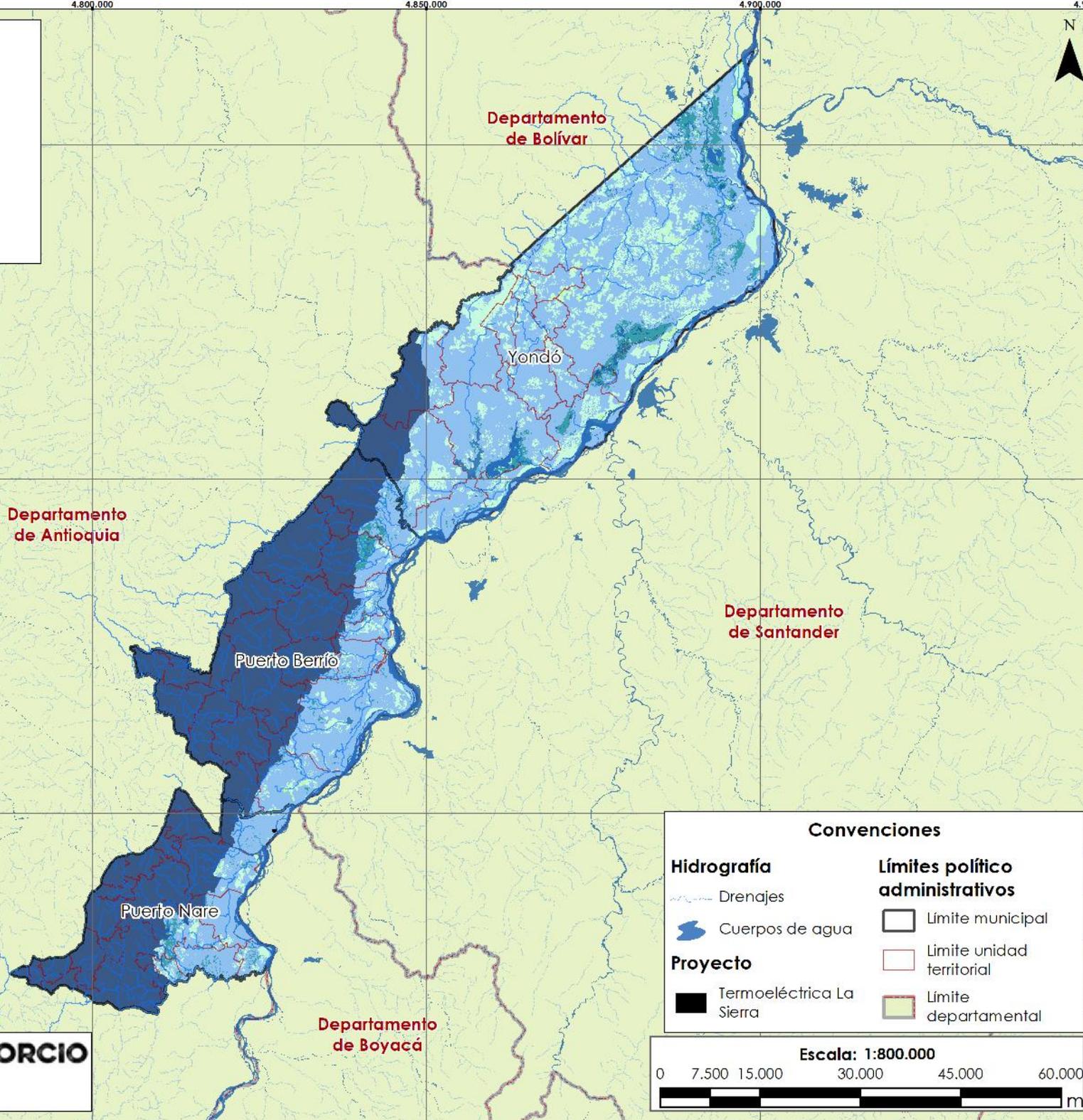


CONSORCIO PMA 2021

Leyenda

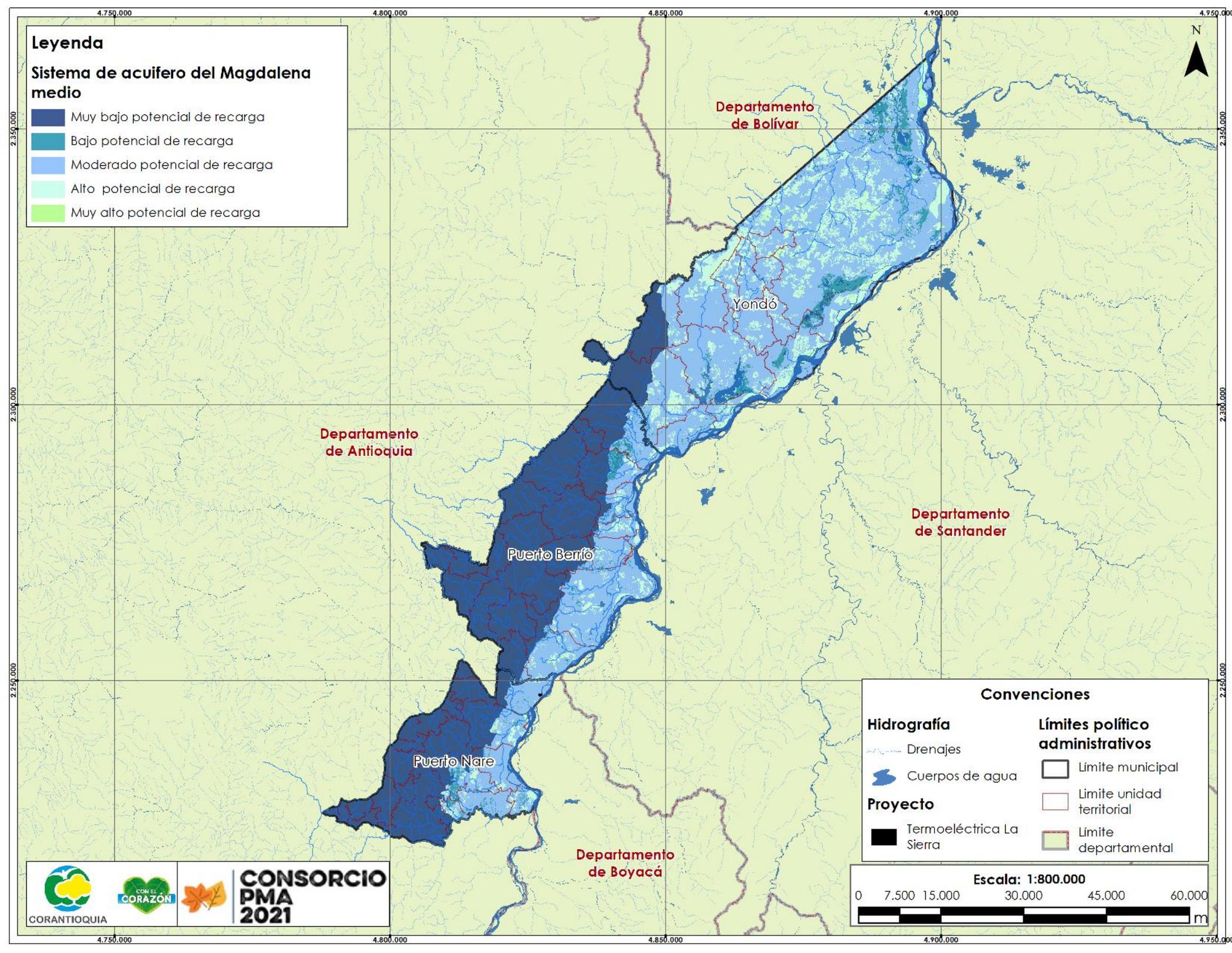
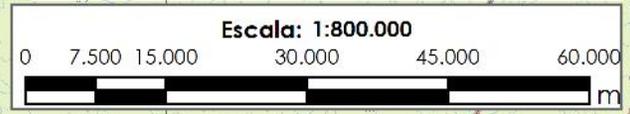
Sistema de acuífero del Magdalena medio

- Muy bajo potencial de recarga
- Bajo potencial de recarga
- Moderado potencial de recarga
- Alto potencial de recarga
- Muy alto potencial de recarga



Convenciones

- | | |
|--------------------------|---|
| Hidrografía | Límites político administrativos |
| Drenajes | Límite municipal |
| Cuerpos de agua | Límite unidad territorial |
| Proyecto | Límite departamental |
| Termoeléctrica La Sierra | |



Legenda

Capacidad de recarga

- Muy alta capacidad
- Alta capacidad
- Moderada capacidad
- Baja capacidad
- Muy baja capacidad

Departamento de Antioquia

Departamento de Bolívar

Departamento de Santander

Departamento de Boyacá

Yondó

Puerto Berrío

Puerto Nare

Convenciones

Hidrografía

- Drenajes
- Cuerpos de agua

Proyecto

- Termoeléctrica La Sierra

Límites político administrativos

- Límite municipal
- Límite unidad territorial
- Límite departamental

Escala: 1:800.000



Convenciones

Hidrografía

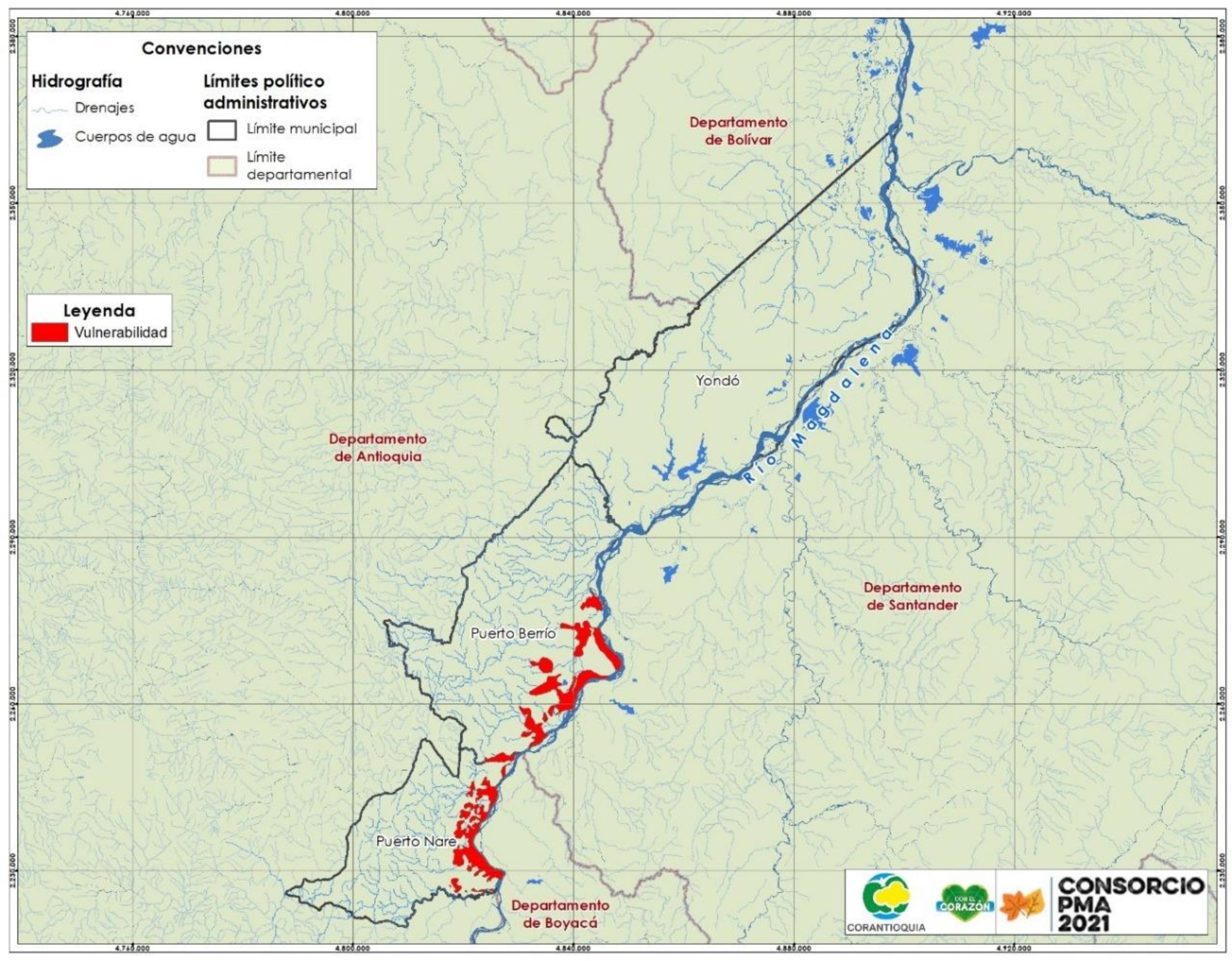
- Drenajes
- Cuerpos de agua

Límites político administrativos

- Límite municipal
- Límite departamental

Leyenda

- Vulnerabilidad



**CONSORCIO
PMA
2021**